

AB

Improved automatic image segmentation

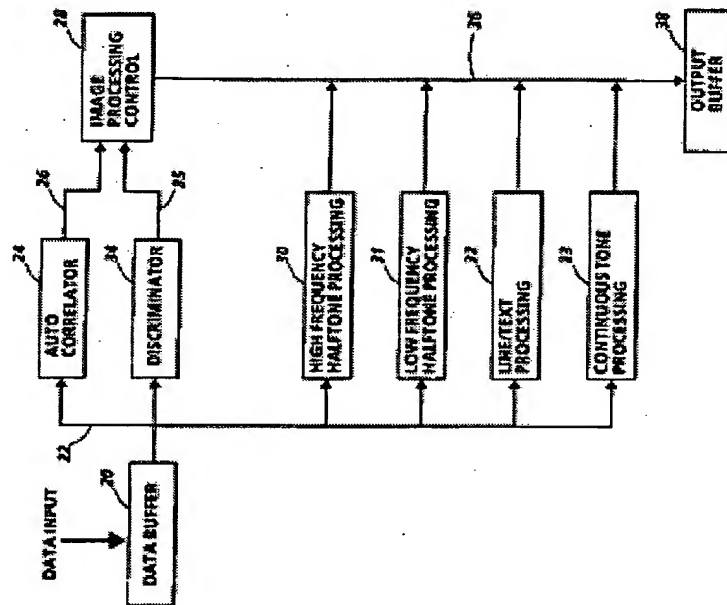
Patent number: EP0521662
 Publication date: 1993-01-07
 Inventor: SHIAU JENG-NAN (US); FARRELL BARBARA L (US)
 Applicant: XEROX CORP (US)
 Classification:
 - international: H04N1/40
 - european: H04N1/40L
 Application number: EP19920305891 19920626
 Priority number(s): US19910722568 19910627

Also published as:
 JP5227425 (A)
 EP0521662 (B)

Cited documents:
 US4729035
 US4853792
 EP0158155
 US4811115
 US4194221

Abstract of EP0521662

Method and apparatus for processing image pixels to determine the presence of high frequency halftone images. Prior to auto correlation, each pixel in the image is examined to determine whether it is a local area maximum or minimum. A binary image function composed of the image local area maximum or minimums is made available for auto correlation. The presence of peaks at shifts indicative of predetermined halftone image frequencies is detected, and an output signal indicative of the presence or absence of peaks at the predetermined halftone image frequencies is provided. The arrangement is combined with a run length encoder to reduce false microdetection results.



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl.⁶
H 04 N 1/40

AB

87 EP 0 521 662 B 1

10 DE 692 26 825 T 2

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 692 26 825.1
- 86 Europäisches Aktenzeichen: 92 305 891.1
- 86 Europäischer Anmeldetag: 26. 6. 92
- 87 Erstveröffentlichung durch das EPA: 7. 1. 93
- 87 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 2. 9. 98
- 47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 11. 3. 99

30 Unionspriorität:
722568 27. 06. 91 US

73 Patentinhaber:
Xerox Corp., Rochester, N.Y., US

74 Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
Anwaltssozietät, 80538 München

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

72 Erfinder:
Shiau, Jeng-Nan, Webster, NY 14580, US; Farrell,
Barbara L., Fairport NY 14450, US

Vorlage	Ablage	D 1896
Haupttermin		
Eing.: 30. SEP. 2002		
PA. Dr. Peter Riebling		
Bearb.:	Vorgelegt.	

54 Verbessertes automatisches Segmentieren von Bildern

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 26 825 T 2

DE 692 26 825 T 2

92 305 891.1

XEROX CORPORATION

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein System zum Verarbeiten von Halbtonbildern, und in besonderer Weise das Erfassen von Halbtonfrequenz vor der Verarbeitung.

Bei der Wiedergabe von Kopien eines Originals von Videobild-daten, die beispielsweise durch elektronisches Rastereingabe-abtasten von einem Originaldokument geschaffen sind, wird man mit der begrenzten Auflösungsfähigkeit des Wiedergabe-Systems konfrontiert und mit der Tatsache, daß Ausgabegeräte meist binär sind. Das ist besonders evident, wenn man versucht, Halbtöne, Linien und kontinuierlich getönte Bilder wiederzugeben. Selbstverständlich kann ein Bilddaten-Verarbeitungssystem so eingerichtet sein, daß es die begrenzten Auflösungskapazitäten der benutzten Wiedergabe-Vorrichtung umgeht, dies ist jedoch infolge der unterschiedlichen Vorgangsweisen schwierig, die bei den unterschiedlichen anzutreffenden Bildtypen möglich sind. In dieser Beziehung sollte verstanden werden, daß der Bildgehalt des Originaldokumentes insgesamt aus Halbtönen hoher Frequenz, Halbtönen niedriger Frequenz, kontinuierlichen Tönungen oder aus einer Linienkopie bestehen kann, oder einer Kombination in unbekannte Grade aus einigen oder allen vorangehenden genannten Bildarten. Angesichts dieser Möglichkeiten kann die Optimierung des Bildverarbeitungs-Systems für einen Bildtyp in einer Bemühung, die Begrenzungen der Auflösungsfähigkeit der benutzten Wiedergabe-Vorrichtung auszugleichen, unmöglich werden, da sie eine Kompromiß-Auswahl erfordert, die keine annehmbaren Ergebnisse erbringen kann. Wenn z.B. jemand das System für Niederfrequenz-Halbtönungen optimiert, geht dies oft auf Kosten einer verschlechterten Wiedergabe von Hochfrequenz-Halbtönungen oder einer Linienkopie, und umgekehrt.

In US-A 4 194 221 (Stoffel) wurde dieses Problem angegangen durch Anwenden einer Unterscheidungsfunktion, welche das Bildverarbeitungs-System in Hinblick auf die Art von vorhande-

nen Bilddaten unterrichtet, und insbesondere einer Autokorrelations-Funktion für den Pixeldatenstrom, um das Vorhandensein von Halbton-Bilddaten zu bestimmen. Eine solche Funktion wird ausgedrückt als:

$$A(n) = \sum_{t=0}^{t=\text{letzter Wert}} p(t) \times p(t+n), \quad (1)$$

wobei

- n = die Bit- oder Pixelnummer;
- p = der Pixelspannungswert; und
- t = die Pixelposition im Datenstrom ist.

Stoffel beschreibt ein Verfahren zum automatischen Verarbeiten eines Stromes von Bildpixeln, welche unbekannte Kombinationen von hoch- und niederfrequenten Halbtönen, kontinuierlichen Tönungen und/oder Linien darstellen, um für das Bild repräsentative Binärpegel-Ausgabepixel zu schaffen. Die beschriebene Funktion wird auf den Strom von Bildpixeln angewendet und zeigt für die Abschnitte des Stromes, die Hochfrequenz-Halbtönen-Bilddaten enthielten, eine große Anzahl von eng benachbarten Gipfeln in dem sich ergebenden Signal. Die in der Stoffel'schen Ausführung beschriebenen Korrelator-Schaltungen sind jedoch sehr kostenaufwendig, da sie eine digitale Multiplikations-Funktion bereitstellen müssen. Dementsprechend erfordert die Stoffel'sche Lösung als ersten Schritt die Reduzierung der behandelten Datenmängel durch anfängliche Schwellwertbildung an den Bilddaten anhand eines einzigen Schwellwertes, um das Bild auf ein Schwarz- oder Weißbild mit hohem Kontrast zu reduzieren. Jedoch können bei dem Schwellwertbildungs-Vorgang in Abhängigkeit von der Auswahl des Schwellwertes im Vergleich zur Intensität des Bildes beträchtliche Informationsmengen verloren gehen. Wenn beispielsweise der Schwellwert zur Unterscheidung in die Mitte des Intensitätsbereiches gesetzt wird, das Bild jedoch bedeutsame Veränderungen im Gebiet der dunkleren Graupegel besitzt, bezeichnet das mit dem Schwellwert gebildete Ergebnis diese Veränderungen nicht. Das ergibt einen unerwünschten Verlust von Bildinformation. Es ist zwar möglich, den

Schwellwert adaptiv von Original zu Original und von Bildbereich zu Bildbereich zu ändern, jedoch neigen derartige Algorithmen dazu, sehr kompliziert zu sein und arbeiten nur für eine begrenzte Klasse von Bildern, wie Linienbilder, gut. In US-A 4 811 115 (Lin u.a.) wird die Autokorrelations-Funktion für den Strom von Halbton-Bilddaten mit ausgewählten Zeitverzögerungen errechnet, die so vorhergesagt werden, daß sie für die Bildfrequenz-Charakteristiken bezeichnend sind, ohne vorherige Schwellwertbildung. Die bei diesem Autokorrelations-System benutzte Arithmetik-Funktion ist eine Annäherung an die Autokorrelations-Funktion mit Benutzung von logischen Funktionen und Addition statt der in US-A 4 194 221 (Stoffel) benutzten Multiplikations-Funktion. Täler in der sich ergebenden autokorrelierten Funktion werden erfaßt, um zu bestimmen, ob Hochfrequenz-Halbtönungs-Bilddaten vorhanden sind. GB 2 153 619-A sorgt für eine gleichartige Bestimmung der Bilddaten-Art. Jedoch wird in diesem Fall ein Schwellwert mit einem gewissen Pegel an die Bilddaten angelegt, und nach der Schwellwertbildung werden die Übergänge von hell zu dunkel innerhalb eines kleinen Bereiches gezählt. Das System arbeitet unter der Voraussetzung, daß Daten mit einer niedrigen Zahl von Übergängen nach der Schwellwertbildung wahrscheinlich ein Hochfrequenz-Halbtönungs- oder ein kontinuierlich getöntes Bild sind. Der Schwellwertbildungs-Schritt bei diesem Verfahren hat den gleichen unerwünschten Effekt, wie er für die Stoffel'sche Lösung beschrieben wurde.

Von Hintergrund-Interesse in diesem Bereich sind: US-A 4 556 918 (Yamazaki u.a.), die eine Anordnung zeigt, die eine Periodizität eines Bereiches von Halbtonpunkten annimmt, bei denen eine Schwellwertprüfung anhand eines von dem Bereich abgeleiteten Durchschnittswertes durchgeführt wird, um ein dichtebezogenes Videosignal zu erzeugen; US-A 4 251 837 (Janeway, III), welche die Verwendung einer Drei-Entscheidungsmodus-Auswahl zeigt, um die Schwellwertwahl aufgrund von Gradientenkonstanten für jedes Pixel zu bestimmen; US-A 4 578 714 (Sugiura u.a.), welche das Hinzufügen von Zufallsdaten zu dem Ausgangssignal zeigt, um Pseudoumriss zu beseitigen; US-A 4 559 563 (Joiner, Jr.) schlägt eine adaptive Vorhersage zum Komprimieren von

Daten aufgrund eines Vorhersagegebers vor, der für einen vorherigen Pixelblock am besten gewirkt hat; und US-A 3 294 896 (Young, Jr.) lehrt die Brauchbarkeit von Schwellwertbehandlung beim Erzeugen eines Bildes von einem binären digitalen Übertragungssystem.

US-A 4 509 195 (Nadler) beschreibt ein Verfahren zur Binarisierung eines Musters, bei dem zwei konzentrische Ringe um ein Pixel bewertet werden, um Kontrastwerte zu bestimmen, und die Kontrastwerte dann benutzt werden, um zu bestimmen, ob die Pixel und die Umgebungsbereiche eine Hell- oder Dunkelqualität besitzen. US-A 4 547 811 (Ochi u.a.) lehrt ein Verfahren zum Verarbeiten von Grauegelwerten in Abhängigkeit vom Dichteniveau von Pixelblöcken und ihrer Differenz gegen einen Minimal- oder Maximalwert. Die Blöcke werden dann durch eine Halbtönungs-Verarbeitungsmatrix in Abhängigkeit von dem Differenzwert verarbeitbar. US-A-4 730 221 (Roetling) offenbart eine Rasterungstechnik, bei der Grauwerte über einem Bild zum Bestimmen eines Minimal- und eines Maximalpegels bewertet werden, um konstante Grauegel festzulegen. US-A 4 736 253 (Shida) offenbart ein Verfahren zum Erzeugen eines Halbtönungsfleckes durch selektives Vergleichen von Bildsignalen mit Vollicht- und Schatten-Referenzwerten zum Bestimmen des Binarisierungs-Vorganges.

Ein besonderes Problem, das bei der Verwendung der Autokorrelations-Funktion bemerkt wird, ist die falsche Charakterisierung eines Abschnitts des Bildes als Halbtönungsbild, wenn es tatsächlich für das Bild besser wäre, es als ein Linienbild zu verarbeiten. Beispiele dieses Fehlers werden besonders bei der Verarbeitung von japanischen Kanji-Zeichen und kleinen lateinischen Buchstaben bemerkt. Bei diesen Beispielen kann die Autokorrelations-Funktion die Bilder als Halbtönungsbilder erfassen und sie entsprechend verarbeiten, statt eine übliche Schwellwertbildung über das Zeichenbild hindurch auszuführen. Die beschriebenen Berechnungen der Autokorrelation sind eindimensionaler Natur, und dieses Problem der Falscherfassung tritt immer auf, wenn ein in der Abtastzeilen- oder Schnellabtastrichtung periodisches feines Muster erfaßt wird. In gleicher Weise werden Schattenbereiche und bestrahlte Bereiche oft nicht

als Halbtöne erfaßt und dann mit Anlegen einer gleichförmigen Schwelle verarbeitet.

Ein anderes gleichartiges Problem liegt in der Erfassung von Farbhalbtönen, die typischerweise das Übereinandersetzen von vielfachen Trennungen von Bilddaten bei ausgewählten Frequenzen enthalten, wobei jedoch die Raster in Winkelrichtungen bezüglich der anderen Schirme verarbeitet werden. Dementsprechend ist das Ansprechverhalten, das nach Autokorrelation erzielt wird, nicht das gleiche wie das Ansprechverhalten von einem Schwarz/Weiß-Bild mit einer einzigen Rasterfrequenz.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Verarbeiten von Bildpixeln in einem Bild zum Bestimmen der Anwesenheit von Halbtonbildern geschaffen, dessen Schritte umfassen:

Vergleichen jedes Pixels in dem Bild mit einer vorgewählten Gruppe von Nachbarn, um zu bestimmen, ob das Pixel ein Lokalbereich-Minimum oder -Maximum ist;

Ableiten von zwei Bildsignalen aus dem Bestimmungsschritt, einem ersten Bildsignal, das Lokalbereich-Maxima des Bildes darstellt, und einem zweiten Bildsignal, das Lokalbereich-Minima des Bildes darstellt;

Messen der Bilddichte über einem Block von T Pixeln bezüglich einer Referenz;

Autokorrelieren des ersten Bildsignals, falls die gemessene Bilddichte bezüglich der Referenz relativ hoch ist, oder Autokorrelieren des zweiten Bildsignals, falls die gemessene Bilddichte bezüglich der Referenz relativ niedrig ist, wobei die Autokorrelations-Funktion über den Block von T Pixeln und für jeden einer Vielzahl von Versatzwerten bewertet ist, die als wahrscheinliche Halbtonfrequenzen entsprechend ausgewählt sind;

Bestimmen für jeden Versatzwert aus der autokorrelierten Funktion, ob das Ergebnis der Autokorrelations-Funktionsbewertung einen Null-Wert oder einen von Null verschiedenen Wert ergibt, wobei das Vorhandensein eines von Null verschiedenen Wertes das Vorhandensein von Halbtonbildern bei der dem Versatzwert entsprechenden Frequenz bezeichnet.



Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung können die sich ergebenden Minimal- oder Maximalfunktionen dargestellt werden als eine einfache Reihe von Einsen und Nullen, wobei die Einsen die Minima oder Maxima darstellen in Abhängigkeit davon, welche Funktion untersucht wird. Dementsprechend wird die Berechnung der Autokorrelations-Funktion in hohem Maße vereinfacht und kann durch eine einfache logische UND-Funktion dargestellt werden.

Gemäß noch einem anderen Aspekt der Erfindung kann, sobald die die Lokalbereich-Minima oder -Maxima darstellende Funktion abgeleitet wurde, eine Bestimmung der Anwesenheit von Farbhalbtönen hergestellt werden, wenn die Autokorrelations-Funktion mit einem Versatzwert Null angelegt wird.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung können die sich ergebenden Minima- oder Maxima-Funktionen als eine einfache Reihe von Einsen und Nullen dargestellt werden, wobei die Einsen die Minima oder die Maxima in Abhängigkeit davon darstellen, welche Funktion geprüft wird. Dementsprechend wird die Berechnung der Autokorrelationsfunktion in hohem Maße vereinfacht, und kann durch eine einfache logische UND-Funktion dargestellt werden.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der Erfindung kann, sobald die die Lokalbereich-Minima oder -Maxima darstellende Funktion abgeleitet worden ist, wenn die Autokorrelationsfunktion mit einem Null-Versatzwert angelegt ist, eine Bestimmung des Vorhandenseins von Farbhalbtönen durchgeführt werden.

Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zum Verarbeiten von Bildpixeln in einem Bild geschaffen, das durch eine Vielzahl von Abtastzeilen von Pixeln dargestellt wird, um das Vorhandensein von Halbtönen in dem Bild zu bestimmen, wobei die Vorrichtung umfaßt:

Mittel zum Vergleichen jedes Pixels mit einer Gruppe von benachbarten Pixeln, um zu bestimmen, ob es ein Lokalbereich-Minimum oder -Maximum ist, und Schaffen eines dafür bezeichnenden Ausgangssignals;



Signalbildungsmittel zum Bilden eines Minimum-Signals und eines Maximum-Signals, die jeweils den Satz von Minima-Pixeln und den Satz von Maxima-Pixeln innerhalb des Bildes darstellen;

Schwellwertbildungsmittel, das an dem Durchschnittswert eines Blockes von T Pixeln in dem Bild betreibbar ist, um zu bestimmen, ob das Bild relativ dunkel oder relativ hell ist, und das ein Dunkel-Signal erzeugt, wenn der Durchschnittswert geringer als ein Schwellwert ist, und ein Hell-Signal, falls der Durchschnittswert größer als der Schwellwert ist;

Mittel zum Bewerten der Autokorrelations-Funktion für jeden Block von T Pixeln, welches Autokorrelations-Mittel an dem Maximum-Signal betätigbar ist, falls das Bild als hell bestimmt wurde, oder an dem Minimum-Signal betreibbar ist, falls das Bild als dunkel befunden wurde, wobei die Autokorrelations-Funktion über den Block von T Pixeln und für jeden aus einer Vielzahl von Versatzwerten bewertet wurde, die als wahrscheinlichen Halbtonfrequenzen entsprechend ausgewählt wurden;

Versatzvergleichsmittel, von den Autokorrelations-Mitteln zu bestimmen, ob die Bewertung an jedem Versatzwert ein von Null verschiedener Wert ist, welche Bestimmung das Vorhandensein von Halbton bei der entsprechenden Halbtonfrequenz bezeichnet.

Vorzugsweise werden das Maximumsignal und das Minimumsignal jeweils durch eine ein Bit pro Pixel-Funktion dargestellt.

Bei gewissen Ausführungen kann die vorher erwähnte Autokorrelations-Funktion $A(n)$ gegeben werden durch:

$$A(n) = \sum_{t=0}^T p(t) \times p(t+n),$$

wobei

n ein ausgewählter Versatz der Autokorrelations-Funktion;
p der Pixelwert; und

t = eine Pixelposition in dem ausgewählten Block von T Pixeln ist.

Gemäß einer Ausführung wird der Pixelwert gleich 1, falls das Pixel ein Minimum- oder Maximumpixel ist, und sonst gleich 0.

Vorzugsweise enthält die Bestimmung, ob ein Block von T Pixeln Halbtonbilder darstellt, die folgenden Schritte: für jedes Pixel in dem Block wird das Pixel mit jedem seiner Nachbarn in dem Bild verglichen, um zu bestimmen, ob es ein Lokalbereich-Minimum oder -Maximum ist; aus dem Schritt dieser Bestimmung heraus werden zwei Bildsignale abgeleitet, ein erstes Bildsignal, das Lokalbereich-Maxima des Bildes darstellt, und ein zweites Bildsignal, das Lokalbereich-Minima des Bildes darstellt; die Bilddichte über dem Block von T Pixeln wird bezüglich einer Referenz gemessen; die erste Funktion wird autokorreliert, falls die gemessene Bilddichte bezüglich der Referenz groß ist, oder die zweite Funktion wird autokorreliert, falls die gemessene Bilddichte bezüglich der Referenz niedrig ist, wobei die Autokorrelations-Funktion über den Block von T Pixeln und für jeden Wert aus einer Vielzahl von Versatzwerten bewertet wird, die als wahrscheinlichen Halbtonfrequenzen entsprechend ausgewählt wurden; aus der autokorrelierten Funktion wird für jeden Versatzwert bestimmt, ob das Ergebnis der Bewertung der Autokorrelations-Funktion ein Null- oder ein von Null verschiedener Wert ist, wobei die Anwesenheit eines von Null verschiedenen Wertes eine positive Bestimmung der Anwesenheit von Halbtonbildern ist. Vorzugsweise ist der Bestimmungszählwert für jeden Block M in der Abtastzeile N der Gegenwert, der sich aus der Halbtonbestimmung in den Blöcken M, M+1 und M+2 in der Abtastzeile N-1 und den Blöcken M, M-1 und M-2 in der Abtastzeile N ergibt.

Gemäß noch einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren geschaffen, um zu bestimmen, ob ein Bildbereich gemäß einem Halbtonbild-Verarbeitungsverfahren zu verarbeiten ist, wobei die Schritte umfassen:

Bestimmen für jeden Block von T Pixeln innerhalb des Bildbereiches, ob der Block Halbtonbilder darstellt;

bei jeder positiven Bestimmung innerhalb eines gewählten Bereiches Erhöhen eines Zählwertes von Halbtonblöcken, und bei jeder negativen Bestimmung innerhalb des gewählten Bereiches, Vermindern des Zählwertes von Halbtonblöcken;

Benutzen der Bestimmungszählung zum Erzeugen eines Gewichtungsfaktors, welcher Gewichtungsfaktor für die Wahrscheinlich-

keit bezeichnend ist, daß ein bestimmter Block von Pixeln Halbtonbilder darstellt, unabhängig von der Bestimmung, ob der Block Halbtonbilder darstellt, unter der Voraussetzung, daß es ein Anzeichen dafür ergibt, daß der Pixelblock ein Halbtonbild darstellt, wenn der Gewichtungsfaktor größer als ein vorgewählter Wert ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Unterscheidungsverfahren geschaffen um in einem Bild Abschnitte desselben zu unterscheiden, die als Halbtonbildabschnitte und Hintergrundbildabschnitte klassifizierbar sind, mit den Schritten: Bestimmen eines Durchschnitts-Hintergrundwertes für das Bild; Bestimmen von Abschnitten des Bildes, die als Halbtonbilder enthaltend zu behandeln sind; innerhalb der Bereiche des Bildes, die als Halbtonbilder zu behandelnd bestimmt sind, Bestimmen des Durchschnittswertes der Nachbarpixel für jedes Pixel; Bestimmen des Absolutwertes der Laplace'schen des Pixels durch Subtrahieren des Wertes des Pixels von dem Durchschnittswert und, bei einem so bestimmten negativen Wert, Bestimmen des Zweierkomplementes des negativen Werts; Summieren des Absolutwertes der Laplace-Summe für jedes Pixel und seine benachbarten Pixel, und Vergleichen der absoluten Wertesummen mit einem vorgegebenen Referenzwert, der ausgewählt ist, zwischen Halbtonbildabschnitten und Text/Hintergrundbildabschnitten zu unterscheiden; Vergleichen des Pixelwertes mit einem vorgegebenen Bruchteil des Hintergrundwertes des Bildes; Erzeugen eines Anzeichens von Hintergrundbildabschnitten in Übereinstimmung mit dem Vergleich der absoluten Wertesummen mit dem Referenzwert und in Übereinstimmung mit dem Vergleich des Pixelwertes mit dem vorgegebenen Bruchteil des Hintergrundwertes.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Bestimmen der Anwesenheit von Abschnitten innerhalb eines Bildes geschaffen, die als Kontinuierlich-Tönung oder Zeile/Text klassifizierbar sind, mit den Schritten: Bestimmen, daß der Abschnitt keine Halbtönungen enthält; für jedes Pixel in dem Abschnitt, der als keine Halbtönungen enthaltend bestimmt ist, Bestimmen des Durchschnittswertes seiner benachbarten Pixel; Bestimmen des Absolutwertes der Laplace'schen des Pixels.



durch Subtrahieren des Wertes des Pixels von dem Durchschnittswert seiner benachbarten Pixel und für einen bestimmten negativen Wert, Bestimmen des Zweierkomplements des negativen Wertes; Summieren des Absolutwertes der Laplace'schen für jeden Pixel und seinen benachbarten Pixeln und Vergleichen des Ergebnisses mit einem vorgegebenen Referenzwert, der ausgewählt wurde zum Unterscheiden zwischen Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten und Text/Linien-Bildabschnitten; Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten oder Text/Zeile-Bildabschnitten gemäß dem Vergleich der Laplace'schen Summe und dem Referenzwert.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Bestimmen des Vorhandenseins von Abschnitten innerhalb eines Bildes geschaffen, die als Linie/Text, Kontinuierlich-Tönung, oder Hintergrund klassifizierbar sind, wobei Pixelwerte von einem Minimalwert, der ein schwarzes Pixel darstellt, zu einem Maximalwert, der ein weißes Pixel darstellt, reichen, mit den Schritten: Bestimmen eines durchschnittlichen Hintergrundwertes für das Bild; Bestimmen erster und zweiter Bruchteilwerte des durchschnittlichen Hintergrundwertes, wobei der erste Wert größer als der zweite Wert ist; Bestimmen solcher Abschnitte des Bildes, die Hochfrequenz-Halbtönung enthalten; Bestimmen für jede Abtastzeile in dem Bild, ob die Abtastzeile sich in einem als einen Bildlauf klassifizierbaren Abschnitt des Bildes befindet, und Speichern des Ortes jedes Bildlaufes; wobei jeder Bildlauf eine kontinuierliche Pixelfolge enthält, bei der jedes Pixel in dem Bildlauf in mindestens eine von drei Klassifikationen klassifiziert werden kann, in der Pixel in der ersten Klasse einen Pixelwert kleiner als der erste Bruchteil des durchschnittlichen Hintergrundwertes und eine absolute Laplace'sche Summe kleiner als ein Referenzwert haben, Pixel in der zweiten Klasse Pixel enthalten, die sich innerhalb eines Abschnitts des Bildes befinden, der als Hochfrequenz-Halbtönung enthaltend klassifiziert ist und Pixel der dritten Klasse Pixel enthalten, die innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile gelegen sind; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens eines Linien/Text-Bildabschnittes, wenn die absolute Laplace'sche Summe für das Pixel größer als der Referenzwert

ist und das Pixel sich nicht innerhalb des Bildlaufes der vorherigen Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Hintergrund-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert größer als der zweite Bruchteilwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Hintergrund-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert größer als der erste Bruchteilwert ist und das Pixel sich innerhalb eines Bildlaufes der vorherigen Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten, wenn der Pixelwert geringer als der erste Bruchteilwert ist und das Pixel sich innerhalb eines Bildlaufes der vorherigen Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Text/Linien-Bildabschnitten, wenn der Pixelwert geringer als ein Schwarz-Referenzwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb eines Bildlaufes der vorherigen Abtastzeile befindet; und für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten, wenn der Pixelwert geringer als der zweite Bruchteilwert von Hintergrundwert ist und das Pixel sich entweder innerhalb eines Bildlaufes befindet oder mit Pixelwert größer als dem Schwarz-Referenzwert.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Bestimmen des Vorhandenseins von Abschnitten eines Bildes in diesem geschaffen, die als Linie/Text, Kontinuierlich-Tönung oder Hintergrund geschaffen, bei dem die Pixelwerte von einem ein Schwarz-Pixel darstellenden Maximalwert zu einem ein Weiß-Pixel darstellenden Minimalwert reichen, mit den Schritten: Bestimmen eines Durchschnitts-Hintergrundwertes für das Bild; Bestimmen erster und zweiter Bruchteilwerte des Durchschnitts-Hintergrundwertes, wobei der erste Wert weniger als der zweite ist; Bestimmen der Abschnitte des Bildes, die Hochfrequenz-Halbtönung enthalten; Bestimmen für jede Abtastzeile in dem Bild, ob die Abtastzeile in einem als ein Bildlauf klassifizierbaren Abschnitt des Bildes ist, und Speichern des Ortes jedes Bildlaufes; wobei jeder Bildlauf eine fortlaufende Folge von Pixeln enthält, worin jedes Pixel in dem Bildlauf in mindestens einer von drei Klassifizierungen klassifiziert werden



kann, von denen Pixel in der ersten Klasse einen Pixelwert größer als der erste Bruchteilwert des Durchschnitts-Hintergrundwertes und eine absolute Laplace-Summe größer als ein Referenzwert haben, Pixel in der zweiten Klasse Pixel enthalten, die sich innerhalb eines als Hochfrequenz-Halbtönung enthaltend klassifizierten Abschnittes des Bildes befinden und Pixel der dritten Klasse Pixel enthalten, die innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile gelegen sind; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens eines Linien/Text-Abschnittes, wenn die absolute Laplace-Summe für das Pixel geringer als der Referenzwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb des Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Hintergrund-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert geringer als der zweite Bruchteilwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Hintergrund-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert geringer als der erste Bruchteilwert ist und das Pixel sich innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Text/Linien-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert größer als ein Schwarz-Referenzwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; und für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert größer als der zweite Bruchteilwert des Hintergrundwertes ist und das Pixel sich entweder innerhalb eines Bildlaufes befindet oder einen Pixelwert größer als der Schwarz-Referenzwert hat.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Bestimmen des Vorhandenseins von Abschnitten eines Bildes in demselben geschaffen, die als Kontinuierlich-Tönung oder Linie/Text klassifizierbar sind, mit den Schritten: Bestimmen, daß der Abschnitt keine Halbtönung enthält; Vergleichen des Absolutwertes eines Ausgangssignales von einem Hochfrequenz-Bilddurchlaßfilter mit einem vorgegebenen Referenzwert, der zur Unterscheidung zwischen Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten und Text/Linien-Bildabschnitten ausgewählt wurde; Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten

oder Text/Linien-Abschnitten gemäß dem Vergleich des Ausgangssignales des Absolutwertes des Hochfrequenz-Bilddurchlaßfilters und mit dem Referenzwert.

Es wird ein Verfahren zum Bestimmen des Vorhandenseins von Abschnitten eines Bildes in demselben geschaffen, die als Kontinuierlich-Tönung oder Linie/Text klassifizierbar sind, mit den Schritten: Bestimmen, daß der Abschnitt keine Halbtönung enthält; für jedes Pixel in dem Abschnitt, das als keine Halbtöne enthaltend bestimmt ist, Bestimmen des Durchschnittswertes seiner benachbarten Pixel; Bestimmen des Absolutwertes eines Hochfrequenz-Bildfilter-Ausgangsergebnisses und Vergleichen des Ergebnisses mit einem vorgegebenen Referenzwert, der ausgewählt ist zum Unterscheiden zwischen Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten und Text/Linien-Bildabschnitten; Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten oder Text/Linien-Abschnitten gemäß dem Vergleich des Absolutwertes des Hochfrequenz-Bildfilter-Ausgangsergebnisses mit dem Referenzwert.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Bestimmen des Vorhandenseins von Abschnitten in einem Bild geschaffen, die als Linien/Text, Kontinuierlich-Tönung oder Hintergrund klassifizierbar sind, worin Pixelwerte von einem Minimalwert, der ein Schwarzpixel darstellt, zu einem Maximalwert reichen, der ein Weißpixel darstellt, mit den Schritten: Bestimmen eines Durchschnitt-Hintergrundwertes für das Bild; Bestimmen erster und zweiter Bruchteilwerte des Durchschnitt-Hintergrundwertes, wobei der erste Wert größer als der zweite ist; Bestimmen jener Abschnitte des Bildes, die Hochfrequenz-Halbtönung enthalten; Bestimmen für jede Abtastzeile in dem Bild, ob die Abtastzeile sich in einem als ein Bildlauf klassifizierbaren Abschnitt des Bildes befindet, und Speichern des Ortes jedes Bildlaufes; wobei jeder Bildlauf eine kontinuierliche Folge von Pixeln enthält, bei denen jedes Pixel in dem Bildlauf in mindestens eine von drei Klassifikationen klassifiziert werden kann, worin Pixel in der ersten Klasse Pixelwerte kleiner als der erste Bruchteil des Durchschnitt-Hintergrund-



wertes besitzen und der Absolutwert eines Hochfrequenz-Bildfilter-Ausgangssignales kleiner als ein Referenzwert ist, Pixel in der zweiten Klasse Pixel enthalten, die sich innerhalb eines Abschnittes des Bildes befinden, der als Hochfrequenz-Halbtönung enthaltend klassifiziert ist, und Pixel der dritten Klasse Pixel enthalten, die innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile gelegen sind; für jedes Pixel Erzeugen einer Anzeige eines Linien/Text-Bildabschnittes, wenn das Hochfrequenz-Bildfilter-Ausgangssignal für das Pixel größer als der Referenzwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb des Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Hintergrund-Bildabschnitten, wenn der Pixelwert größer als der zweite Bruchteilwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen einer Anzeige von Hintergrund-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert größer als der erste Bruchteilwert ist und das Pixel sich innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten, wenn der Pixelwert geringer als der erste Bruchteilwert ist und das Pixel sich innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Text/Linien-Bildabschnitten, wenn der Pixelwert geringer als ein Schwarz-Referenzwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; und für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitten, wenn der Pixelwert kleiner als der zweite Bruchteilwert des Hintergrundwertes ist und das Pixel sich entweder innerhalb eines Bildlaufes befindet oder mit Pixelwert größer als der Schwarz-Referenzwert versehen ist.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Bestimmen des Vorhandenseins von Abschnitten innerhalb eines Bildes geschaffen, die als Linien/Text, Kontinuierlich-Tönung oder Hintergrund klassifizierbar sind, wobei Pixelwerte von einem ein Schwarzpixel darstellenden Maximalwert, zu einem ein Weißpixel darstellenden Minimalwert reichen, mit den Schritten: Bestimmen eines Durchschnitts-Hintergrundwertes für das Bild;



Bestimmen erster und zweiter Bruchteilwerte des Durchschnitts-Hintergrundwertes, wobei der erste Wert kleiner als der zweite ist; Bestimmen jener Abschnitte des Bildes, die Hochfrequenz-Halbtönung enthalten; Bestimmen für jede Abtastzeile in dem Bild, ob die Abtastzeile sich in einem als ein Bildlauf klassifizierbaren Abschnitt des Bildes befindet, und Speichern des Ortes jedes Bildlaufes, wobei jeder Bildlauf eine kontinuierliche Folge von Pixeln enthält, in dem jedes Pixel in dem Bildlauf in mindestens eine von drei Klassifikationen klassifiziert werden kann, bei dem Pixel in der ersten Klasse einen Pixelwert größer als der erste Bruchteil des Durchschnitts-Hintergrundwertes besitzen und einen Absolutwert eines Hochfrequenz-Bildfilter-Ausgangssignals kleiner als ein Referenzwert, Pixel in der zweiten Klasse Pixel enthalten, die sich innerhalb eines als Hochfrequenz-Halbtönung enthaltend klassifizierten Abschnittes des Bildes befinden, und Pixel der dritten Klasse Pixel enthalten, die sich innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befinden; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens eines Linien/Text-Bildabschnittes, wenn der Absolutwert des Hochfrequenz-Bildfilter-Ausgangssignales für das Pixel kleiner als der Referenzwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb des Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Hintergrund-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert kleiner als der zweite Bruchteilwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Hintergrund-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert kleiner als der erste Bruchteilwert ist und das Pixel sich innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert größer als der erste Bruchteilwert ist, und das Pixel sich innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Text/Linien-Bildabschnitt, wenn der Pixelwert größer als ein Schwarz-Referenzwert ist und das Pixel sich nicht innerhalb eines Bildlaufes der vorhergehenden Abtastzeile befindet; und für jedes Pixel, Erzeugen eines Anzeichens von Kontinuierlich-Tönungs-Bildabschnitt, wenn der



Pixelwert größer als der zweite Bruchteilwert des Hintergrundwertes ist und das Pixel sich entweder innerhalb eines Bildlaufes befindet oder mit einem Pixelwert größer als dem Schwarz-Referenzwert versehen ist.

Diese und andere Aspekte der Erfindung werden aus der nachfolgenden zur Darstellung einer bevorzugten Ausführung der Erfindung benutzten Beschreibung ersichtlich, wenn sie in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in welchen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Bilddaten-Verarbeitungssystems darstellt, bei dem die vorliegende Erfindung besonders Verwendung findet;

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Hauptsystemelemente des Autokorrelators der Fig. 1 ist;

Fig. 3A, 3B und 3C ein Beispiel des Vorganges der Erzeugung der Video-Minimum- und -Maximum-Funktionen und die Ergebnisse der Anwendung der Autokorrelations-Funktion auf die Video-Minimum- und -Maximum-Funktionen für ein Monochrom-Bild darstellen;

Fig. 3D, 3E und 3F ein gleichartiges Beispiel für ein Polychrom-Bild darstellen;

Fig. 4A und 4B ein Blockschaltbild einer möglichen Ausführung zeigen, welche verschiedene Aspekte der vorliegenden Erfindung erfüllt;

Fig. 5A ein Bild zeigt, bei dem Halbtönungen mikroerfaßt wurden, während Fig. 5B die gleichen Bildabschnitte mit Makroerfassung verbunden zeigt; und

Fig. 6 ein Flußdiagramm zeigt, das den Vorgang der Makroerfassung darstellt.

Bilddaten in Form von Videobilddaten-Bildelementen (von hier ab Pixel genannt), die entweder analoge oder digitale Spannungsdarstellungen des Bildes sein können, werden von einer entsprechenden Quelle beigestellt. Beispielsweise können die Bilddatenpixel erhalten werden durch zeilenweises Abtasten eines ein Bild enthaltenden Originals durch ein oder mehrere fotoempfindliche(s) Element(e), wie eine Mehrfach-Fotostellen-Anordnung von ladungsgekoppelten Geräten, allgemein als CCD bezeichnet.



net. Zeilenweises Abtasten eines Bildes, das ein Original für die Ableitung von Bilddaten trägt, ist gut bekannt und bildet keinen Teil der vorliegenden Erfindung.

Im Gehalt kann das Original insgesamt aus Zeilen zusammengesetzt sein, oder aus Niederfrequenz-Halbtönungsbild(ern) oder Hochfrequenz-Halbtönungsbild(ern) oder Kontinuierlich-Tönungsbild(ern) oder Kombinationen derselben. Wenn das Original aus Zeilen besteht, wie z.B. eine schreibmaschinen-geschriebene oder entsprechend bedruckte Seite, können die Bildpixel in eines von zwei Spannungsniveaus gewandelt werden, wobei eines Nicht-Bild- oder Hintergrundbereich und das andere Bildbereich darstellt.

Ein Kontinuierlich-Tönungsbild umfaßt ein ungerastertes Bild, typischerweise eine Fotografie. Beim Abtasten sind die Spannungswerte der erzeugten Pixel für die Grauegel repräsentativ, die das Bild ausmachen.

Ein Halbtönungsbild, typischerweise eine bildliche Darstellung oder eine Szene, ist ein Bild, das durch einen Rastervorgang wiedergegeben wurde. Ein Beispiel ist ein Zeitungsbild. Der benutzte Raster kann entweder ein Hoch- oder Niederfrequenzraster sein. Ein Hochfrequenzraster wird hier willkürlich definiert, als ein Raster mit einer Frequenz von 4 Zyklen/mm (100 Zyklen pro inch) oder mehr, während ein Niederfrequenzraster definiert wird als ein Raster mit einer Frequenz von unter 4 Zyklen/mm (100 Zyklen pro inch). Halbtönbilder umfassen deshalb ein Muster aus diskreten Punkten oder Flecken, deren Frequenz von der benutzten Rasterfrequenz abhängt.

Mit Bezug auf die Zeichnungen, wo die Darstellungen alle zum Zwecke der Veranschaulichung einer bevorzugten Ausführung der Erfindung und nicht als Begrenzung für diese dargestellt sind, zeigt in einer Anwendung, welche die vorliegende Erfindung verkörpert, und die beispielsweise in US-A-4 194 221 (Stoffel) beschrieben ist, Fig. 1 die Behandlung von Bilddaten, die von irgendeiner aus einer Anzahl von Quellen, einschließlich einem Rastereingabe-Abtaster, einem Graphik-Ar-

beitsplatz, einem Elektronikspeicher oder einem anderen Speicherelement usw. abgeleitet sein können. Der Bildpixelstrom von einem Bilddateneingang wird einem Datenpuffer 20 zugeleitet. Der Puffer 20, der irgendeinen handelsüblich erhältlichen Mehrzeilenpuffer mit seriellem Eingang und seriellem Ausgang und einer ausreichenden Bitspeicherkapazität zum zeitweiligen Speichern von Bildpixel-Zeilen umfassen kann, erlaubt die Verarbeitung von Bilddaten in Blöcken von etlichen Zeilen.

Bilddaten werden dem Bildverarbeitungs-System über einen Datenbus 22 verfügbar gemacht. Bilddaten sind an dieser Stelle in ihrem rohen Grauformat mit beispielsweise 6-8 Bits pro Pixel. Um das Vorhandensein von Hochfrequenz-Halbtönungs-Bilddaten zu erfassen, wird ein eindimensionaler Block von Bildpixeln vom Puffer 20 auf den Datenbus 22 entladen. Der Bildpixelblock wird zum Halbtönungs-Detektor 24 durchgeleitet, der, wie nachfolgend erklärt wird, jede Pixelgruppe entsprechend einem vorgegebenen Algorithmus autokorreliert, um zu bestimmen, ob die Bilddaten Halbtönung enthalten oder nicht. Ein Ausgangssignal an Leitung 26 instruiert die Bildverarbeitungs-Steuerung 28, die Daten entsprechend zu behandeln, ob nun hoch- oder niederfrequente Halbtönungs-Bilddaten erfaßt wurden. Eine geeignete Blockgröße besteht aus 16 Pixeln gleichzeitig bei 16 Punkte/mm (400 Punkte/inch) oder 12 Pixeln gleichzeitig bei 12 Punkte/mm (300 Punkte/inch). Eine zu umfangreiche Probe hat die Tendenz, ein verwischtes oder verschleiertes Ergebnis zu verursachen, während eine zu kleine Probe eine für eine gute Funktionsprobe nicht ausreichend große Datenmenge enthält. Beide Fälle ergeben Ungenauigkeiten beim Erfassen von Halbtönungs-Bilddaten.

Das Vorhandensein einer Zeilenkopie und/oder kontinuierlich getönter Daten wird durch den Diskriminator 34 bestimmt. Der Diskriminator 34 funktioniert so, daß er ein Ausgangssignal an Linie 35 erzeugt, das für das Vorhandensein von kopierten Linien oder kontinuierlich getönten Bilddaten bezeichnend ist, wodurch die Bildverarbeitungs-Steuerung 28 instruiert wird, die Daten entsprechend zu behandeln.

Die Bildverarbeitungs-Steuerung 28 dient im wesentlichen als ein Schalter, um Daten von den Bildverarbeitungs-Abschnitten, die den Hochfrequenz-Halbtönungs-Verarbeitungsabschnitt 30, den Niederfrequenz-Halbtönungs-Verarbeitungsabschnitt 31 und den Linienbild-Verarbeitungsabschnitt 32 sowie den Kontinuierlich-Tönungs-Verarbeitungsabschnitt 34 enthält, durch den Bus 36 zu einem Ausgabepuffer 38 strömen zu lassen, entsprechend dem Erfassen der Daten in dem jeweiligen Modus. Die Bildverarbeitungs-Steuerung 28 steuert den Datenbus 36, daß er Daten von dem jeweiligen Verarbeitungsabschnitt entsprechend den dorthin zugeleiteten Signalen vom Halbtönungs-Detektor 24 oder vom Diskriminator 34 strömen läßt. Jeder Verarbeitungsabschnitt verarbeitet alle Bilddaten entsprechend seiner Funktion, jedoch werden nur die richtig bearbeiteten Daten zum Durchtritt zum Ausgabepuffer 38 zugelassen. Unrichtig verarbeitete Daten werden entfernt.

Nach Fig. 2 enthält der Halbtönungs-Detektor in breiter Hinsicht zwei Abschnitte. Der Mikrodetektor 41 arbeitet zum Erfassen und Einrichten diskreter Spannen von erfaßten Halbtönungs-Pixeln. Der Mikrodetektor 44 arbeitet zum Verbinden erfaßter Halbtöne zu kontinuierlichen Bereichen. Ein Signal vom Mikrodetektor 44 richtet das Bildverarbeitungs-Verfahren ein, mit dem die Bildverarbeitungs-Steuerung 28 die Bilddaten behandelt.

Nach den Fig. 3A und 3B, welche Vorgänge entsprechend der Erfindung an einem hochbelichteten Bereich eines Bildabschnitts mit 26 Pixeln mal 20 Abtastzeilen darstellt, enthält 4,72 Zeilen/mm (120 Zeilen pro inch (lpi))-45°-Halbtönung, in jeder Richtung abgetastet mit 16 Punkten/mm (400 Punkten/inch (spi)). Fig. 3A zeigt einen Abschnitt eines Bildes, das zu Darstellungszwecken vorher über eine Schwellwertbehandlung gegangen ist, obwohl dies für die Erfindung nicht notwendig ist. Jedes Pixel $V_{i,j}$, wobei der Index i sich auf Abtastzeilen und der Index j sich auf Pixel in einer Abtastzeile bezieht, wird dann mit einer vorgewählten Gruppe von Nachbarpixeln, in diesem Fall 8 benachbarten Pixeln, und mit deren Durchschnittswert $Avg_{i,j}$ verglichen. Pixel $V_{i,j}$ wird als Maximum bestimmt, wenn der



Grauegelwert des Pixels größer als der aller 8 benachbarten Pixel ist. Bei einer bevorzugten Anordnung, die als ein Maximum zu erklären ist, muß das Pixel $V_{1,j}$ auch um eine vorgegebene Rauschgrenze höher als der Nachbarschaftsdurchschnitt liegen. Pixel $V_{1,j}$ wird in gleicher Weise zum Minimum erklärt, wenn $V_{1,j}$ einen kleineren Pegel als alle benachbarten Pixel aufweist, und auch um einen vorgegebenen Rauschbereich geringer als der Nachbarschaftsdurchschnitt. Bei dem beschriebenen Beispiel beträgt der Rauschbereich 8 Pegel aus den Pegeln 0-255. Das Ergebnis dieses Schrittes sind Minima- und Maxima-Funktionen mit einem Bit pro Pixelmuster, wie in Fig. 3B gezeigt. Die periodische Natur der Halbtöne wird augenscheinlicher, wenn die in Fig. 3B gezeigte Lokalbereich-Minimum/Maximum-Funktion genommen wird. Ein laufender Durchschnitt des Videos wird über den Bereich gehalten, um zu bestimmen, ob das Bild relativ hell oder dunkel ist. Gemäß dieser Bestimmung wird die Minimum-Funktion benutzt, wenn das Bild relativ hell ist und die Maximum-Funktion wird benutzt, wenn das Bild relativ dunkel ist. Das gewählte Muster (in diesem Falle ein Minimum-Muster) wird dann benutzt, um die Autokorrelations-Funktion zu errechnen, die gegeben ist durch:

$$A(n) = \sum_{t=0}^{t=\text{letzter Wert}} p(t) \times p(t+n), \quad (1)$$

wobei

n = ein gewählter Versatz oder eine gewählte Zeitverzögerung der Autokorrelation;

P = der Pixelspannungswert; und

t = die Pixelposition im Datenstrom ist.

Die angenäherte Autokorrelations-Funktion nach US-A-4 811 115 (Lin u.a.) kann auch benutzt werden, die gegeben ist durch:

$$\phi(k) = \sum_{l=1}^L |f(l) - f(l+k)| ;$$

wobei

k eine ausgewählte Zeitverzögerung längs der Funktion, $f(l)$ der Pixelintensitätswert, und

1 eine ausgewählte Pixelposition im Datenstrom ist.

Jedoch ist die 1Bit-Video-max/min-Funktion, mit der die Autokorrelations-Funktion arbeitet, in hohem Maße gegenüber den durch US-A-4 811 115 (Lin u.a.) angemerkten Erfordernissen vereinfacht, und es kann die durch Stoffel beschriebene Autokorrelations-Funktion benutzt werden. Die Autokorrelations-Funktion kann behandelt werden als eine an den Bilddaten betreibbare logische UND-Operation. Fig. 3C zeigt dann die Ergebnisse der Autokorrelations-Funktion für Blöcke von 16 Pixeln bei 11 Versatzwerten ($n = 0, 1, 2, \dots, 10$) für jede Abtastzeile. Von Null verschiedene Einträge werden an den Verschiebungen 4, 5 und 9, 10 entsprechend den projizierten Wellenlängen und Vielfachen der 45° -Halbtöne gefunden.

Das Nachfolgende ist eine Aufzeichnung, die einige gemeinsame Halbton-Rasterfrequenzen und die wahrscheinlichen Bildverschiebungspositionen zeigt, an welchen von Null verschiedene Einträge für Autokorrelation bei 15,7 Punkten pro mm (400 spi) bemerkt werden.

Rasterfrequenzen @ 45° in		Rasterfrequenzen @ 0° in		Rasterperiode @ 0° , in Pixeln	Verschiebung für Auto-Korrelations- Gipfel
l/mm	lpi	l/mm	lpi		
2,56	65	1,81	46	8,7	8 - 9
3,35	85	2,36	60	6,7	6 - 7
3,94	100	2,80	71	5,7	5 - 6
4,33	110	3,07	78	5,1	5
4,72	120	3,35	85	4,7	4 - 5
5,24	133	3,70	94	4,3	4
5,91	150	4,17	106	3,8	3 - 4
6,89	175	4,88	124	3,2	3

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung sind Farbbalbtöne üblicherweise eine Überlagerung von Halbtönen in jeder Separation mit sich geringfügig unterscheidenden Winkeln. Unter Benutzung der Auftragung ähnlich der in Fig. 3C für monochrome Wiedergabe eines Mehrfarbenbildes gezeigten, die sich von der

Behandlung der Bilddaten in der für Fig. 3A und 3B beschriebenen Weise ergeben, ist zuerst in Fig. 3E zu bemerken, daß die Muster von Farb-Halbtönungen, die durch einen Monochrom-Abtaster abgetastet wurden, nicht die Regelmäßigkeit von Monochrom-Bildern bei 45° -Winkeln besitzen. Eine Probenaufzeichnung in Fig. 3D, 3E und 3F zeigt, daß der Versatz der von Null verschiedenen Einträge der Autokorrelation sich von Abtastzeile zu Abtastzeile verändert. Es kann jedoch auch in Fig. 3F gesehen werden, daß die Nullpositions-Versatzeinträge der Autokorrelation meistens nicht Null sind, während im monochromen Fall (Fig. 3C) der Nullversatz durch zwei oder mehr Nullen in der Vertikalrichtung markiert ist. Diese Eigenschaft kann benutzt werden, um hochfrequente Farbhälbtöne von niederfrequenten 45° -Halbtönen zu unterscheiden.

In Fig. 4 ist nun ein Blockschaltbild einer möglichen Ausführung einer erfindungsgemäßen Halbtönungs-Erfassungsanordnung gezeigt, wobei ein Videoeingabe anfangs zu einem Kontextpuffer 100 geliefert wird, der für ein zu betrachtendes Pixel $V_{i,j}$ eine am Pixel $V_{i,j}$ zentrierte 5×5 Matrix von Pixelwerten speichert. Die Werte werden zu Beginn dem Niederfrequenz-Halbtön-min/max-Qualifizierer 102 zugeleitet, der ausgelegt ist, für niederfrequente Halbtönungen zu bestätigen, daß das Zentralpixel $V_{i,j}$ einen Wert besitzt, der entweder niedriger oder höher als der bei benachbarten Pixeln ist. Die Ausgabemerker des Qualifizierers 102, QualD2 und QualP2 werden benutzt, um die Entscheidung zu qualifizieren, die Musterbits D2 und P2 für niederfrequente Halbtönungen zu setzen. Die vier Nachbarn in einem an $V_{i,j}$ zentrierten 3×3 Kern, die direkt über, unter und rechts und links von dem Pixel $V_{i,j}$ sitzen, werden mit den vier Nachbarn in dem erweiterten 5×5 Kern verglichen, welche direkt über, unter und rechts und links von diesen Nachbarn sitzen. Der Merker QualP2 wird gesetzt, wenn die Nachbarn in dem 3×3 Kern größer als oder gleich den Nachbarn in dem 5×5 Kontext sind (was sicherstellt, daß das Pixel $V_{i,j}$ ein Gipfel ist). Der Merker QualD2 wird gesetzt, wenn die Nachbarn in dem 3×3 Kern kleiner als oder gleich den Nachbarn in dem 5×5 Kontext sind (was sicherstellt, daß Pixel $V_{i,j}$ ein Tal ist).



Bildsignale werden auch vom Kontextpuffer 100 zum benachbarten Maximumdetektor 104 und dem benachbarten Maximum/Minimum-Detektor 106 gerichtet, welche jeweils erfassen, ob Pixel $V_{i,j}$ einen Maximal- oder einen Minimalwert bezüglich seiner Nachbarn darstellt. In dem Nachbar-Maximumdetektor 104 wird eine Bestimmung getroffen, ob der Grauegelwert des gerade verarbeiteten Zentralpixels $V_{i,j}$ größer als die Werte seiner 8 Nachbarn ist. Das wird vollbracht durch aufeinanderfolgendes Vergleichen von 2 Pixeln in einer Reihe von Komparatoren, welche für das Nachbarschaftsmaximum V_{\max} bezeichnende Ausgangssignale erzeugen. Sobald der maximale Videowert V_{\max} innerhalb der 8 Nachbarn erkannt ist, wird er mit dem Zentralpixel $V_{i,j}$ verglichen. Falls $V_{i,j}$ größer als dieser Maximalwert ist, wird ein Merker MaxExist gesetzt. Das wird für jedes Pixel in der Abtastzeile wiederholt. Der Nachbar-Minimum-Detektor 106 arbeitet im wesentlichen in gleicher Weise, prüft jedoch, ob das Pixel $V_{i,j}$ den kleinsten Grauwert V_{\min} im Vergleich mit seinen 8 Nachbarn besitzt. Wenn $V_{i,j}$ der Minimalwert in einem 3×3 Kern ist, wird ein Merker MinExist gesetzt. Das wird für jedes Pixel in der Abtastzeile wiederholt. Die beiden Merker MaxExist und MinExist werden in dem min/max-Mustergenerator wie auch bei der Erzeugung der Halbtönungs-Mikroerfassungs-Merker benutzt, wie später noch erklärt wird.

Die Nachbarschafts-Durchschnittsbildner 108, 110 und 112 summieren und mitteln die (Werte der) 8 Nachbarn des Zentralpixels $V_{i,j}$. Jeder Durchschnittsbildner leitet jeweilige Durchschnittswerte $M_{i-1,j}$, $M_{i,j}$, $M_{i+1,j}$ für die Pixelorte $V_{i,j}$, $V_{i-1,j}$ und $V_{i+1,j}$ ab durch Summieren der Werte der 8 Nachbarn und nachfolgendes Fallenlassen der 3 Bits mit geringster Bedeutung. Dieser Durchschnittswert wird benutzt, um sowohl eine Laplace-Summe, wie später beschrieben wird, wie auch die D_1 -, D_2 -, P_1 - und P_2 -Musterbits zu bestimmen. Die drei Durchschnittswerte werden benutzt, um die für den Kontext beim Berechnen der Laplace-Summe $S_{i,j}$ benötigten Laplace-Summen zu berechnen. Der Durchschnitt aus $V_{i,j}$ und dem Wert seiner Nachbarn, $Avg_{i,j}$, wird ebenfalls abgeleitet.

Der Absolutwert der Laplace-Funktion wird gefunden durch



Subtrahieren des Mittelpixels von dem Durchschnittswert seiner 8 Nachbarn, $M_{i,j}$ und Nehmen des Zweierkomplements des Ergebnisses, falls es negativ ist. ($|L_{i,j}| = |M_{i,j} - V_{i,j}|$). Die absoluten Laplace-Werte werden im Block 114 (beim Bearbeiten von M_{i-1}), 116 (beim Bearbeiten von M_i), bzw. 118 (beim Bearbeiten von M_{i+1}) bestimmt. Die absoluten Laplace-Werte für $V_{i,j}$ und jedem seiner 8 Nachbarn werden miteinander summiert und das Ergebnis wird $S_{i,j}$ benannt. Dieser Wert wird als Diskriminator für Text bzw. kontinuierliche Tönung benutzt. Bildbereiche, die als Nicht-Halbtönungen bestimmt wurden, mit nahem Videohintergrund oder schwarz, und die eine hohe Laplace-Summe besitzen, werden als Text klassifiziert. Sonst werden diese Bildabschnitte als kontinuierliche Tönung klassifiziert.

Der Min/Max-Mustergenerator 122 bestimmt, ob die nachfolgenden Beziehungen wahr sind: $S_{i,j} \geq \text{Rauschsumme}$, $(V_{i,j} - \text{LowNoise}) > M_{i,j}$, $(V_{i,j} - \text{HighNoise}) > M_{i,j}$, $(V_{i,j} + \text{LowNoise}) < M_{i,j}$ und $(V_{i,j} + \text{HighNoise}) < M_{i,j}$. Die Rauschwerte LowNoise und HighNoise sind, wie vorher beschrieben, programmierte Werte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die Merker MinExist und MaxExist und die niederfrequenten Qualifizierer QualD₂ und QualP₂ werden benutzt, um die Maximalmuster-Bits P₂, P₁ und die Minimalmuster-Bits D₂, D₁ festzusetzen, welche die Maximal- und Minimal-Funktionen darstellen, die der Autokorrelations-Funktion unterworfen werden. P₁ und P₂ stellen Gipfel des Signals dar, während D₁ und D₂ Täler des Signals darstellen. Die Autokorrelations-Funktion wird dann beim Hochfrequenz-Halbtönungs-Autokorrelator 124 an die Datensignale D₁ und P₁ angelegt. Die Autokorrelations-Funktion arbeitet entweder an D₁ oder an P₁, in Abhängigkeit von einem bei dem Niederfrequenz-Autokorrelator 126 erzeugten Merker D/P zur Bestimmung, ob der Durchschnittswert von Pixel $V_{i,j}$ und $\text{Avg}_{i,j}$ über dem Autokorrelations-Block größer als ein Referenzwert ist, der einen Mitteltönungswert darstellt, was wiederum darstellt, ob das Bild relativ dunkel oder hell ist. Beim Hochfrequenz-Autokorrelator 124 wird die Autokorrelations-Funktion zum Prüfen der Anwesenheit von Hochfrequenz-Halbtönungen angewendet, um Ergebnisse für die Pixelverschiebungsposition 2, 3, 4, 5 und 6 zu erhalten.



Der Niederfrequenz-Autokorrelator 126 ist im wesentlichen das gleiche wie der Hochfrequenz-Autokorrelator 124, mit der Ausnahme, daß die D_2 - und P_2 -Bitmuster vom Min/Max-Mustergenerator 122 benutzt werden. Es ist auch ein längeres Schieberegister für die D_2 - und P_2 -Bits vorhanden, da mehr Autokorrelations-Schiebepositionen für Niederfrequenz-Halbtöne geprüft werden. Die Autokorrelations-Funktion zum Prüfen der Anwesenheit von Niederfrequenz-Halbtönen wird angewendet, um Ergebnisse für die Verschiebepositionen 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 zu erhalten. Zusätzlich wird der vorher erwähnte Merker D/P in diesem Modul erzeugt zur Verwendung sowohl in den Hoch- wie den Niederfrequenz-Autokorrelations-Modulen, wie auch dem Gipfelzählwert-Speichermodul.

Die Werte für jede der Verschiebepositionen, die durch Autokorrelation der Min/Max-Funktion abgeleitet wurden, werden dem Hochfrequenz-Halbtönungs-Detektor 128 zugeleitet. Autokorrelations-Werte von benachbarten Verschiebepositionen werden summiert und mit einer programmierten Schwelle verglichen. Wenn eine der Summen größer als oder gleich groß wie dieser Schwellwert ist, und wenn sowohl ein Minimum wie ein Maximum innerhalb des Autokorrelations-Blockes gefunden wurde, wird ein Hochfrequenz-Halbtönung bezeichnender Merker gesetzt, der diese Anwesenheit anzeigt. Wenn alle Autokorrelations-Werte gleich Null sind, wird der Mikroerfassungsmerker auf Null zurückgesetzt. Der Niederfrequenz-Halbtön-Detektor 130 arbeitet in ähnlicher Weise.

Das Eingangsvideo bei 12 Punkten/mm (300 spi) Auflösung stellt einen Spezialfall für die Erzeugung des Mikroerfassungsmerkers dar. Bei 12 Punkten/mm (300 spi) werden die Verschiebepositionen 4 und 5 nicht zum Bestimmen der Anwesenheit von Hochfrequenz-Halbtönen verwendet und werden stattdessen zum Bestimmen von Niederfrequenz-Halbtönen benutzt.

Wenn die Autokorrelations-Funktion bei der Anzeige der Anwesenheit von Hochfrequenz-Halbtönen versagen kann, d.h. bei Farbhalbtönen, wird die Gipfelzählung von dem Gipfelzähler und Speicher 132 benutzt. Der Gipfelzählwert stellt die Anzahl



von Gipfeln in einem bestimmten Block von autokorrelierten Pixeln dar, akkumuliert über eine festgelegte Anzahl von Abtastzeilen. Dieser Wert wird mit zwei Schwellen mit typischen Werten von 14 bzw. 5 verglichen. Wenn der Gipfelzählwert größer als oder gleich dem höheren Schwellwert ist, wird der Erfassungsmerker für Hochfrequenz-Halbtönungen gesetzt. Wenn der Gipfelzählwert zwischen den beiden Schwellwerten liegt, wird der Merker für Niederfrequenz-Halbtönungen gesetzt.

Nach Fig. 2, wo das beschriebene Mikroerfassungsverfahren nur diskrete Spannen von erfaßten Halbtönen einrichtet und nur Halbtönungen erfaßt, wo der Gipfel oder das Tal eines Halbtönungsflecks vorhanden ist, müssen diese Spannen nun miteinander zu einem kontinuierlichen Bereich oder einer Fläche von Halbtönungen verbunden werden (man vergleiche die mikroerfaßten Halbtönungen in Fig. 5A und die als Halbtönungen zu behandelnden Bereiche in Fig. 5B). Dies ist eine Funktion des Makrodetektors 44. Wiederum bei Fig. 4 wird der erfaßte Status des Blocks von autokorrelierten Pixeln, der von den Halbton-Mikrodetektoren 128 und 130 zu dem Halbton-Makrodetektor 134 gerichtet wird, benutzt, einen Satz von Zählern in einem Speicher zu modifizieren, um eine Erfassungsgeschichte einzurichten. Die Anzahl von vorher mikroerfaßten Halbtönungen verändert einen Gewichtungsfaktor, der an das aktuelle Erfassungsergebnis von Halbtönungen angewendet wird. Erfassungen von Hochfrequenz- und Von Niederfrequenz-Halbtönungen werden aus den Erfassungssignalen gezählt, die von den Halbtönungs-Mikrodetektoren 128 und 130 zum Halbtönungs-Makrodetektor 134 gerichtet werden. Bei der bestimmten Ausführung wird die betrachtete Nachbarschaft definiert als die vorherigen zwei Blöcke in der gegenwärtig bearbeiteten Abtastzeile, der Block direkt über dem gegenwärtigen Block in der vorigen Abtastzeile und die beiden Blöcke rechts vom gegenwärtigen Block in der vorigen Abtastzeile. Eine Kombination der Erfassung ergibt sich aus der Mikroerfassung, der Wert des Blocks direkt über dem gegenwärtigen Block in der vorherigen Abtastzeile und die Werte der benachbarten Blöcke bestimmen die Entwicklung des Makroerfassungspegels. In manchen der Fälle, wo die Mikroerfassung keine Anzeige von Halbtönungen bringt, vielleicht wegen Extremwerten im Halbtönungs-Dichtebe-



reich des Bildes; wird Nachbarschafts-Information benutzt, um die Ausbildung des Makroerfassungspegels zu bestimmen. Diese Logik erlaubt das Überspannen eines Bereiches innerhalb einer Halbtonbilddarstellung, der an dem Mikropegel nicht erfaßt wurde. Diese Zähler MCount1k, MCount1k-1, MCount1k-2, MCount1k+1, MCount1k+2 für jeden der fünf autokorrelierten Blöcke schaffen, wie vorher berichtet, den Kontext, um zu Bestimmen, ob eine mikroerfaßte Halbtönungsspanne tatsächlich als Halbtönung im endgültigen Ausgangssignal klassifiziert werden sollte. Ein Hochausgangsmarker mac-hi-hft (für Hochfrequenz-Halbtönungsbereiche) oder mac-low-hft (für Niederfrequenz-Halbtönungen) wird erzeugt, solange der Bereich in dem Kontext der Mikroerfassungen als entweder Hoch- oder Niederfrequenz-Halbtönungshaltig klassifiziert wird. Das Flußdiagramm in Fig. 6 zeigt den Entscheidungsvorgang der Makroerfassung für die Hochfrequenz-Halbtönungen. Wenn ein Pixelblock als mit Hochfrequenz-Halbtönungen versehen erfaßt wird, und zwar das erste Mal durch den Hochfrequenz-Halbtönungs-Erfassungsblock 128, wie durch einen Null-Geschichtszähler angezeigt, wird der Geschichtszähler auf einen hohen Wert, typischerweise 32 für 16 Abtastzeilen/mm (400 Abtastzeilen pro inch) gesetzt. Der Makroerfassungsmerker mac-hi-hft wird nur gesetzt, wenn einer der unmittelbar benachbarten Blöcke eine von Null verschiedene Geschichtszählung zeigt. Das verhindert, daß eine isolierte Falschmikroerfassung für eine Makroerfassung mit einem Marker versehen wird. Wenn der Geschichtszähler des gegenwärtig mikroerfaßten Blocks nicht Null ist, wird der Marker mac-hi-hft gesetzt. Der Zähler wird auf 32 zurückgesetzt, wenn sein Inhalt größer als 16 ist, und sonst auf 16 gesetzt.

Wenn der gegenwärtige Block nicht als Hochfrequenz-Halbtönung erfaßt wird, jedoch sein Geschichtszähler nicht Null ist, was eine Erfassung in der gleichen Blockposition in den vorherigen Abtastzeilen anzeigt, werden die benachbarten Blöcke geprüft. Wenn einer von diesen auch eine Nicht-Null-Zählung besitzt, wird der mac-hi-hft-Marker gesetzt. Dadurch kann der Block von unerfaßten Halbtönungen innerhalb der bereits erfaßten aufgefüllt werden. Der Geschichtszähler des Blocks wird um Eins vermindert, so daß, falls nicht eine weitere Mikroerfassung in

dem gleichen Block in den darauffolgenden Abtastzeilen auftritt, der Block nach einigen Abtastzeilen nicht mehr als Halbtönung gezählt wird. Wenn der Geschichtszähler des unerfaßten Blocks Null zeigt, wird der mac-hi-hft-Merker nicht gesetzt, wenn nicht die vorherigen zwei Blöcke oder die nächsten beiden Blöcke eine von Null verschiedene Geschichtszählung haben.

Die Makroerfassung für die Niederfrequenz-Halbtönungen ist das gleiche wie die Erfassung der Hochfrequenz-Halbtönungen mit einem anderen Satz von Geschichtszählern. Der Makroerfassungsvorgang besitzt die Auswirkung der Vermischung der diskreten mikroerfaßten Blöcke von Pixeln in einem kontinuierlichen Bereich eines makroerfaßten Bereiches, wie in den Fig. 5A und 5B gezeigt. Der außerordentlich makroerfaßte Bereich an beiden Seiten und unter dem tatsächlichen Halbtönungsbereich kann in dem Abschlußklassifizierungsblock 138 umklassifiziert werden.

Für Pixel in Blöcken, die nicht durch die Halbtönungs-Mikroerfassung als Halbtönungen klassifiziert wurden, sind zusätzliche Klassifizierungsschritte in Kontinuierlich-Tönungen oder Text/Linien-Abschnitte im Block 138 notwendig. Hintergrundbereiche, die bei der Dokumentenhintergrunderfassung 140 identifiziert wurden, werden so behandelt, als ob sie zum Text/Linien-Gebiet gehörten, weil der Hintergrund und eingebetteter Text am besten durch einfachen Schwellwertvergleich wiedergegeben werden. Textbereiche werden durch Pixel mit niedrigeren Videopegeln gekennzeichnet, entsprechend dem schwarzen Text und hohen Videopegeln entsprechenden weißen Hintergrund, an den Textkanten verbunden durch Graupixel, die einen hohen Laplace-Summenwert besitzen. Im Gegensatz zum Text haben graue Pixel innerhalb eines kontinuierlich getönten Bildes mit Ausnahme von Texturbereichen und Kanten mit hohem Kontrast üblicherweise einen niedrigen Wert der Laplace-Summe. Die Klassifizierung von Text/Zeilen-Gebieten gegenüber Kontinuierlich-Tönungs-Pixeln kann Pixel um Pixel erledigt werden auf der Basis des Pixels $V_{i,j}$, wie auch aufgrund der absoluten Laplace-Summe, die bereits für jedes Pixel berechnet wurde. Um zu vermeiden, daß ein dunkler Bereich, ein hochtexturierter Bereich oder eine Hoch-



kontrastkante innerhalb eines kontinuierlich getönten Bildes als Text klassifiziert wird, ist der Bildlaufdiskriminator 136 vorgesehen. Ein Bildlauf ist definiert als eine kontinuierliche Folge von Nicht-Hintergrundpixeln, die entweder kleine Laplace-Summen haben, oder innerhalb entweder einem Hochfrequenz-Halbtönungsblock oder einem von der vorherigen Abtastzeile bestimmten Bildlauf sind. Diese Bildläufe werden durch die Start- und End-Pixel-Indices dargestellt und in einem entsprechenden Speicher gespeichert.

Wir nehmen an, daß ein Durchschnitts-Hintergrundwert von einem Fensterbereich in der Nähe der vorderen Kante des Dokuments verfügbar ist. Sobald wir den Hintergrund-Videowert des gerade abzutastenden Dokumentes bestimmt haben, bestimmen wir zwei Bruchteile dieses Wertes, die White1 und White2 genannt werden. Diese Bruchteile sind durch den Benutzer programmierbar mit typischen Werten von 90% für White1 und 82% für White2. Diese Werte werden benutzt, um später Pixel als Hintergrund, d.h. Text, zu qualifizieren.

Blöcke, die als Halbtönungen klassifiziert wurden, werden geprüft, um zu sehen, ob sie Hintergrundpixel enthalten. Wenn die Laplace-Summe $S_{1,j}$ eines Pixels klein und sein Video \geq White1 ist, ist das Pixel wahrscheinlich Hintergrund und wird als Text statt als Halbtönung klassifiziert. Dies hilft Randbereiche von Halbtönungsbildern zu säubern, wie auch Bereiche, die sich unter tatsächlichen Halbtönungen durch die Makroerfassung erstrecken.

Als nächstes prüfen wir die Pixel, die sich nicht in als Halbtönung klassifizierten Blöcken befinden. Wenn das Pixel sich nicht in einem Bildlauf befindet und seine Laplace-Summe $S_{1,j}$ größer als ein bestimmter Schwellwert oder ihm gleich ist, wobei ein typischer Wert 60 beträgt, ist das Pixel wahrscheinlich Teil einer Linie oder eines Zeichens und wird als Text bezeichnet. Falls nicht, vergleichen wir das Pixel gegen den zweiten kleineren Bruchteil des Hintergrundwertes White2, um Hintergrund und Text zu erproben. Wenn der Pixelwert größer als White2 oder ihm gleich ist und sich nicht innerhalb eines



Bildlaufes befindet, wird es als Texthintergrund klassifiziert. Wenn das Pixel innerhalb eines Bildlaufes ist, wird es nicht als Texthintergrund klassifiziert, wenn es nicht größer als die oder gleich der höheren Schwelle White1 ist. Solche Pixel mit Video kleiner als White2, d.h. graue oder schwarze Pixel, klassifizieren wir als schwarzen Text wie solche Pixel, die sich nicht in einem Bildlauf befinden und mit Video kleiner als einem schwarzen Schwellwert mit einem typischen Wert von 50. Die schwarzen Pixel, die sich innerhalb eines Bildlaufes befinden, und alle graue Pixel, außer solchen mit einer hohen Laplace-Summe und außerhalb eines Bildlaufes, d.h. die Textkanten, werden als Kontinuierlich-Tönung klassifiziert.

Die Text- und Kontinuierlich-Tönungs-Klassifizierungen erfordern die Kenntnis von dem Video entsprechend dem Hintergrundpegel des Dokuments. Dieser Hintergrundwert wird bei der Dokumenten-Hintergrundbestimmung 140 von einem laufenden Durchschnitt von Pixeln innerhalb eines entsprechend angegebenen Fensters in der Nähe der Vorderkante des Dokumentes erhalten. Bevor dieser Wert verfügbar wird, wird ein Hintergrund-Originalwert benutzt. Beim Bestimmen des laufenden Durchschnittes ist es auch besser, Pixel mit einem Video kleiner als einem bestimmten Pegel auszuschließen, der durch einen Hintergrund-Schwellwertpegel angegeben wird. An dem Ende des Fensters wird der laufende Durchschnitt des Hintergrunds gegen die untere Abgrenzung geprüft, und der Originalwert wird benutzt, falls der laufende Durchschnitt kleiner als der untere Abschluß ist. Der Hintergrundwert ergibt die für Text- und Kontinuierlich-Tönungs-Klassifizierung im Block 138 notwendige Information durch Schaffen des Anzeichens Hintergrund für diese Funktion.

Der Schritt, der den Vergleich der absoluten Laplace-Summe der Pixel mit ihrem Referenzwert enthält, kann ersetzt werden durch Vergleichen des Absolutwertes des Ausgangssignals eines Hochpaßfilters, wie der Differenz zwischen dem Mittenpixel und dem Durchschnitt seiner 5 mal 7 Nachbarpixel, mit einem Referenzwert.

Das System wurde so dargestellt, daß für einen 8Bit-Videowert

der Pixelwert 0 schwarz und Pixelwert 255 weiß ist. Die Beschreibung bleibt gültig mit angemessenen Änderungen der Ungleichheit beim Vergleichen der Pixelwerte mit Bezugswerten für ein System, bei dem 0 weiß und 255 schwarz ist.

Die Erfindung wurde mit Bezug auf eine bevorzugte Ausführung beschrieben. Offensichtliche Abwandlungen werden anderen nach Lesen und Verstehen der zusammen mit der Zeichnung genommenen Beschreibung offensichtlich. Diese Ausführung ist nur ein Beispiel, und verschiedene Alternativen, Modifizierungen, Veränderungen oder Verbesserungen können durch auf diesem Fachgebiet Geübte aus dieser Lehre hergestellt werden, und es wird angenommen wird, daß diese Abwandlungen von den nachfolgenden Ansprüchen umschlossen werden.

92 305 891.1

XEROX CORPORATION

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Verarbeiten von Bild-Pixeln in einem Bild zum Bestimmen des Vorhandenseins von Halbtonbildern, dessen Schritte umfassen:
Vergleichen jedes Pixels in dem Bild mit einer vorgewählten Gruppe von Nachbarn, um zu bestimmen, ob das Pixel ein Lokalbereich-Minimum oder -Maximum ist;
Ableiten von zwei Bildsignalen aus dem Bestimmungsschritt, einem ersten Bildsignal, das Lokalbereich-Maxima des Bildes darstellt, und einem zweiten Bildsignal, das Lokalbereich-Minima des Bildes darstellt;
Messen der Bilddichte über einem Block von T Pixeln bezüglich einer Referenz;
Autokorrelieren des ersten Bildsignals, falls die gemessene Bilddichte bezüglich der Referenz relativ hoch ist, oder Autokorrelieren des zweiten Bildsignals, falls die gemessene Bilddichte bezüglich der Referenz relativ niedrig ist, wobei die Autokorrelations-Funktion über den Block von T Pixeln und für jeden einer Vielzahl von Versatzwerten bewertet ist, die als wahrscheinlichen Halbtonfrequenzen entsprechend ausgewählt sind;
Bestimmen für jeden Versatzwert aus der autokorrelierten Funktion, ob das Ergebnis der Autokorrelations-Funktionsbewertung einen Null-Wert oder einen von Null verschiedenen Wert ergibt, wobei das Vorhandensein eines von Null verschiedenen Wertes das Vorhandensein von Halbtonbildern bei der dem Versatzwert entsprechenden Frequenz bezeichnet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Autokorrelations-Funktion $A(n)$ gegeben ist durch:

$$A(n) = \sum_{t=0}^T p(t) \times p(t+n),$$

wobei

- n ein ausgewählter Ersatzwert der Autokorrelations-Funktion;
- p der Pixelwert; und
- t eine Pixelposition in dem Block der ausgewählten T Pixeln ist; oder

bei der die Autokorrelations-Funktion $\phi(k)$ gegeben ist durch:

$$\phi(k) = \sum_{t=1}^T |f(t) - f(t+k)|;$$

wobei

- k ein ausgewählter Versatzwert ist, bei dem die Funktion bewertet wird;
- f(t) der Pixelwert; und
- t eine ausgewählte Pixelposition in dem Block von T Pixeln ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem jedes Pixel in dem ersten Bildsignal Lokalbereich-Maxima des Bildes darstellt, und ein zweites Bildsignal, das Lokalbereich-Minima des Bildes darstellt, jeweils durch eine ein Bit pro Pixel Funktion dargestellt sind.
4. Verfahren nach Anspruch 3 in Abhängigkeit von Anspruch 1, bei dem die Autokorrelations-Funktion gegeben ist durch:

$$A(n) = \sum_{t=0}^T p(t) \wedge p(t+n),$$

wobei

- n ein ausgewählter Versatz der Autokorrelations-Funktion;

p der Pixelwert;

t eine Pixelposition in dem Block von T ausgewählten Pixeln und

\wedge eine logische UND-Funktion ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem bei der Bestimmung von Lokalbereich-Minima oder -Maxima ein Pixel zur Bestimmung eines Minimums bzw. eines Maximums um eine vorgewählte Größe kleiner bzw. größer als andere Pixel in dem Lokalbereich sein muß.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem in der Bestimmung des Lokalbereiches der Lokalbereich die acht nächstbenachbarten Pixel enthält.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Bestimmen der Bilddichte über den Pixelblock hergestellt wird durch Halten eines laufenden Durchschnitts von Pixelwerten in dem Block und Bestimmen für jedes Pixel, ob der laufende Durchschnitt größer oder kleiner als ein Dichte-Referenzwert ist.
8. Verfahren zum Verarbeiten von Bildpixeln in einem durch eine Vielzahl von Abtastzeilen von Pixeln dargestellten Bild, um das Vorhandensein von Farbbalbtönen oder gedrehten Halbtönen in dem Bild zu bestimmen, wobei sich die gedrehten Halbtöne aus einer Kombination von Überstreichungen ergeben bei denen eine Überstreichung in einer relativ verdrehten Beziehung über die andere gesetzt wurde und die Schritte umfassen:
 Vergleichen jedes Pixels in dem Bild mit einer Gruppe von benachbarten Pixeln, um zu bestimmen, ob es ein Lokalbereich-Minimum oder -Maximum ist;
 Ableiten von zwei Bildsignalen aus dem Bestimmungsschritt, einem ersten Bildsignal, das Lokalbereich-Maxima des Bildes darstellt, und einem zweiten Bildsignal, das Lokalbereich-Minima des Bildes darstellt; Messen der Bilddichte über einem Block von T Pixel bezüglich einer Referenzdichte;
 Autokorrelieren des ersten Bildsignals für jeden Block von



T Pixeln, falls die gemessene Bilddichte bezüglich der Referenzdichte relativ hoch ist, oder Autokorrelieren des zweiten Bildsignals für jeden Block von T Pixeln, falls die gemessene Bilddichte bezüglich der Referenzdichte relativ niedrig ist, wobei die Autokorrelations-Funktion über den Block von T Pixeln bewertet ist und für jeden von einer Vielzahl von Versatzwerten, einschließlich $n=0$, die als wahrscheinlichen Halbtongfrequenzen entsprechend ausgewählt sind, Bestimmen der Bilddichte bezüglich einer Referenz, welche über einen Block von T Pixeln hergestellt wurde; Bestimmen aus der autokorrelierten Funktion für den Versatzwert $n=0$, ob das Ergebnis der Autokorrelations-Bewertung ein Null-Wert oder ein von Null verschiedener Wert ist;

Zählen der Anzahl von von Null verschiedenen Werten für jeden Block von T Pixeln über eine Gruppe von Abtastzeilen, und bei Überschreiten einer vorbestimmten Schwelle, die für das Vorhandensein von Farbbalbtönen oder gedrehten Halbtönen in dem Bild bezeichnend ist, Erzeugen einer entsprechenden Anzeige.

9. Vorrichtung zum Verarbeiten von Bildpixeln in einem durch eine Vielzahl von Abtastzeilen von Pixeln dargestellten Bild zum Bestimmen des Vorhandenseins von Halbtönen in dem Bild, welche Vorrichtung umfaßt:
 - Mittel zum Vergleichen jedes Pixels mit einer Gruppe von benachbarten Pixeln, um zu bestimmen, ob es ein Lokalbereich-Minimum oder -Maximum ist, und Schaffen eines dafür bezeichnenden Ausgangssignals;
 - Signalbildungsmittel zum Bilden eines Minimum-Signals und eines Maximum-Signals, die jeweils den Satz von Minima-Pixeln und den Satz von Maxima-Pixeln innerhalb des Bildes darstellen;
 - Schwellwertbildungsmittel, das an dem Durchschnittswert eines Blockes von T Pixeln in dem Bild betreibbar ist, um zu bestimmen, ob das Bild relativ dunkel oder relativ hell ist, und das ein Dunkel-Signal erzeugt, wenn der Durchschnittswert geringer als ein Schwellwert ist, und ein Hell-Signal, falls der Durchschnittswert größer als der

Schwellwert ist;

Mittel zum Bewerten der Autokorrelations-Funktion für jeden Block von T Pixeln, welches Autokorrelations-Mittel an dem Maximum-Signal betätigbar ist, falls das Bild als hell bestimmt wurde, oder an dem Minimum-Signal betreibbar ist, falls das Bild als dunkel bestimmt wurde, wobei die Autokorrelations-Funktion über den Block von T Pixeln und für jeden aus einer Vielzahl von Versatzwerten bewertet wurde, die als wahrscheinlichen Halbtonfrequenzen entsprechend ausgewählt wurden;

Versatzvergleichsmittel, um von den Autokorrelations-Mitteln zu bestimmen, ob die Bewertung an jedem Versatzwert ein von Null verschiedener Wert ist, wobei das Bestimmen eines von Null verschiedenen Wertes das Vorhandensein von Halbton bei der entsprechenden Halbtonfrequenz bezeichnet.

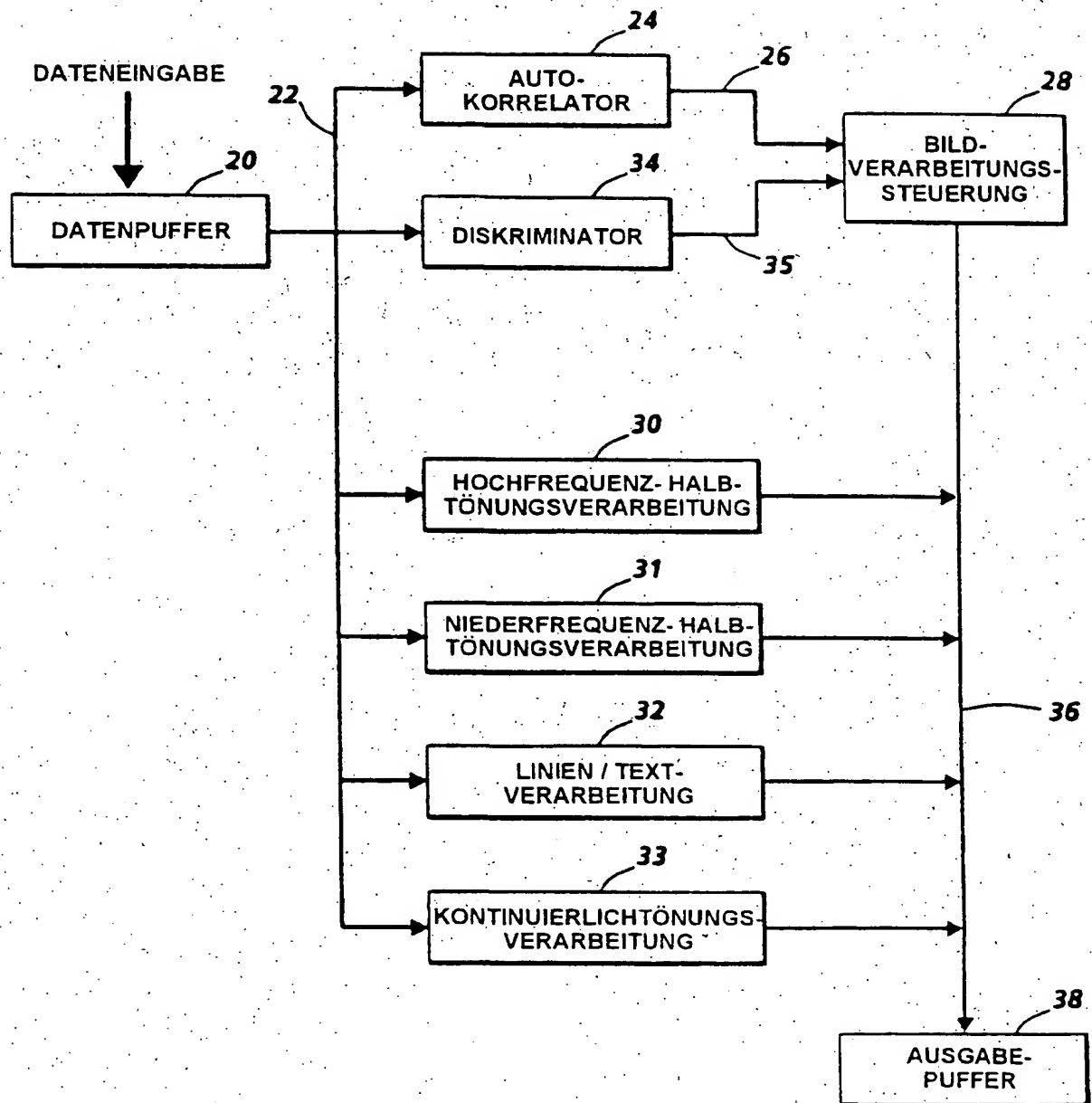


FIG. 1

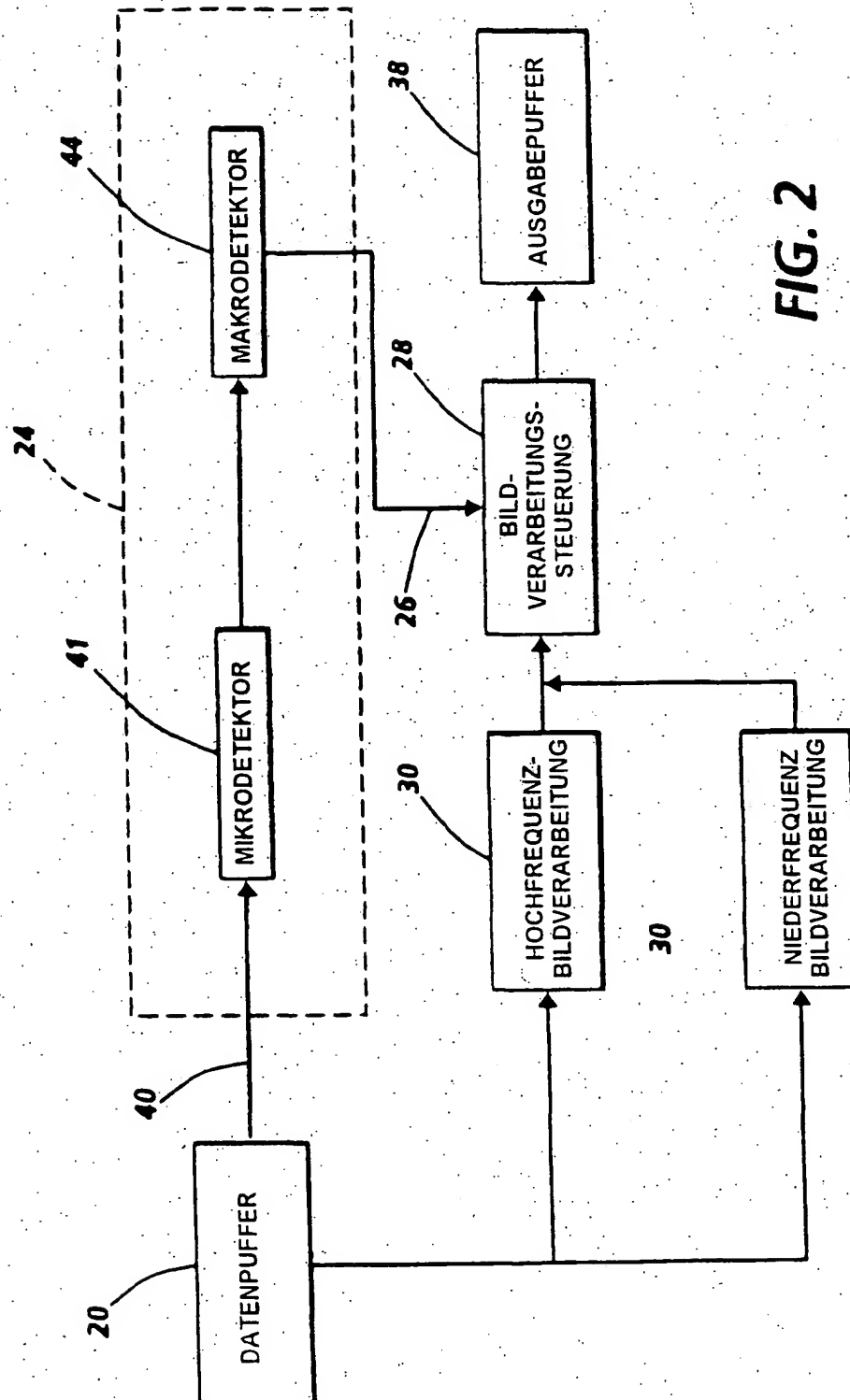


FIG. 2

92 305 891.1

3 / 8

SCHWELLWERT



FIG. 3A

MIN.-FUNKTION

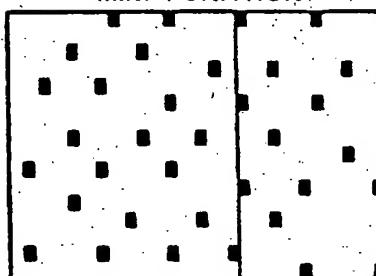


FIG. 3B

VERSCHIEBUNG

ABTASTZEILE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	2	0	0	1	1	0	0	0	1	1	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	3	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	4	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

FIG. 3C

92 305 891.1

12 0 98

4 / 8

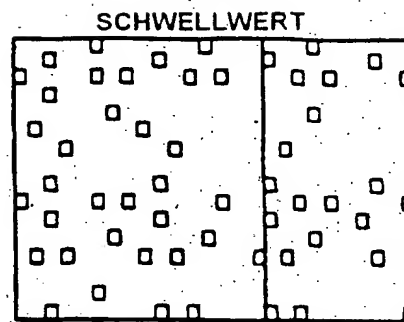


FIG. 3D

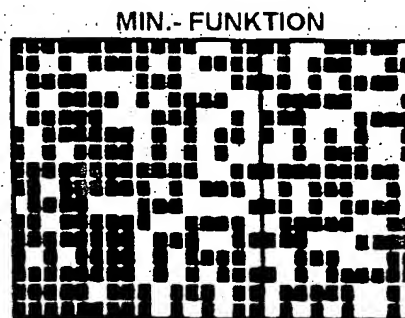


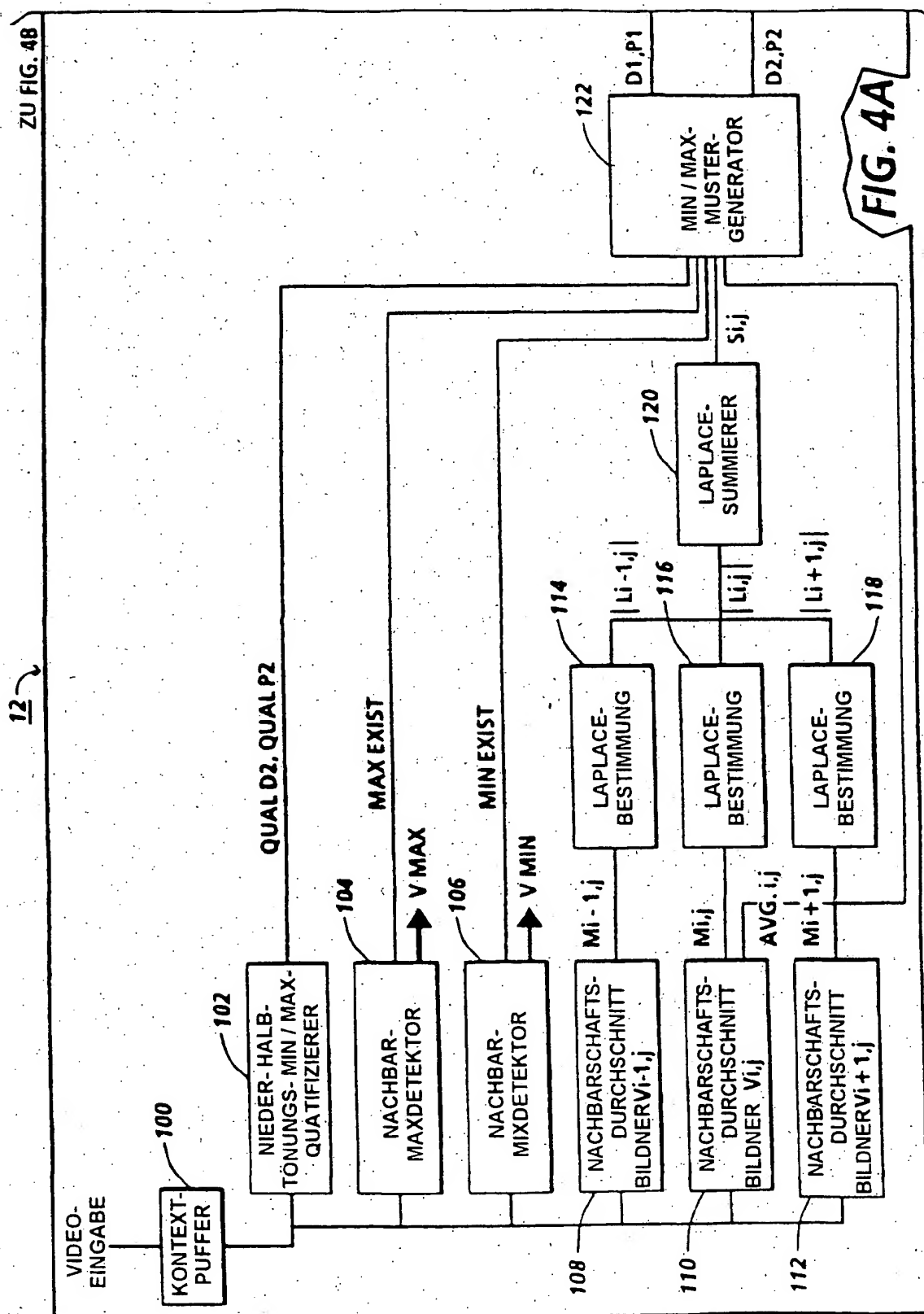
FIG. 3E

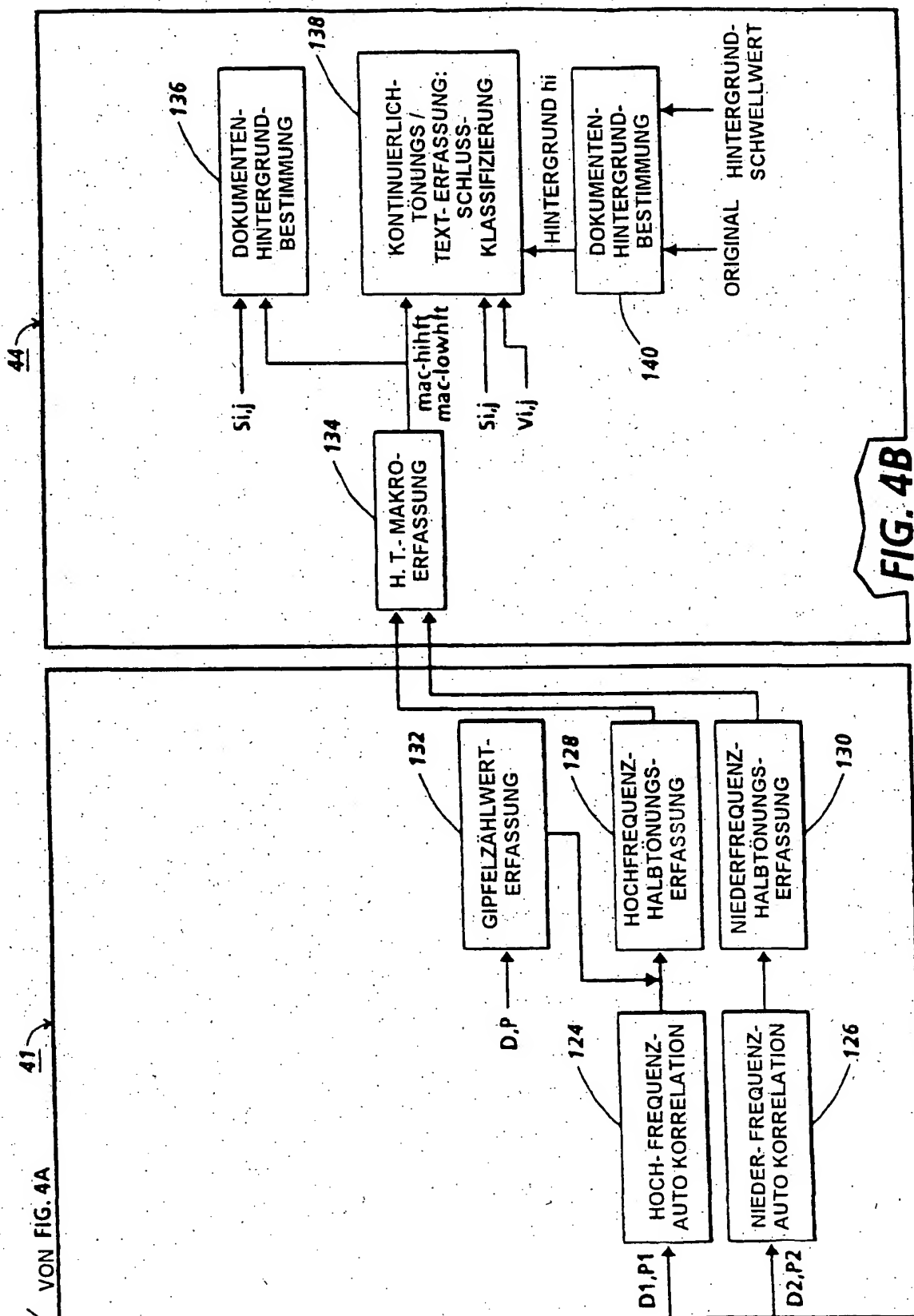
VERSCHIEBUNG

ABTASTZEILE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
5	0	2	0	1	2	2	3	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
4	0	1	0	0	2	1	2	1	0	0
2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
5	0	3	0	0	2	0	4	1	2	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	1	0	3	0	2	0

FIG. 3F





x	xx	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXX
		XXXXXXXXXX		XXXXX
		XXX XXX	XXX XXXXX	XXXXXX
		XXXXXXXXXX		XXXXX
		XXXXXX XXX		XXX
		XXX XXXXXXX		

FIG. 5A

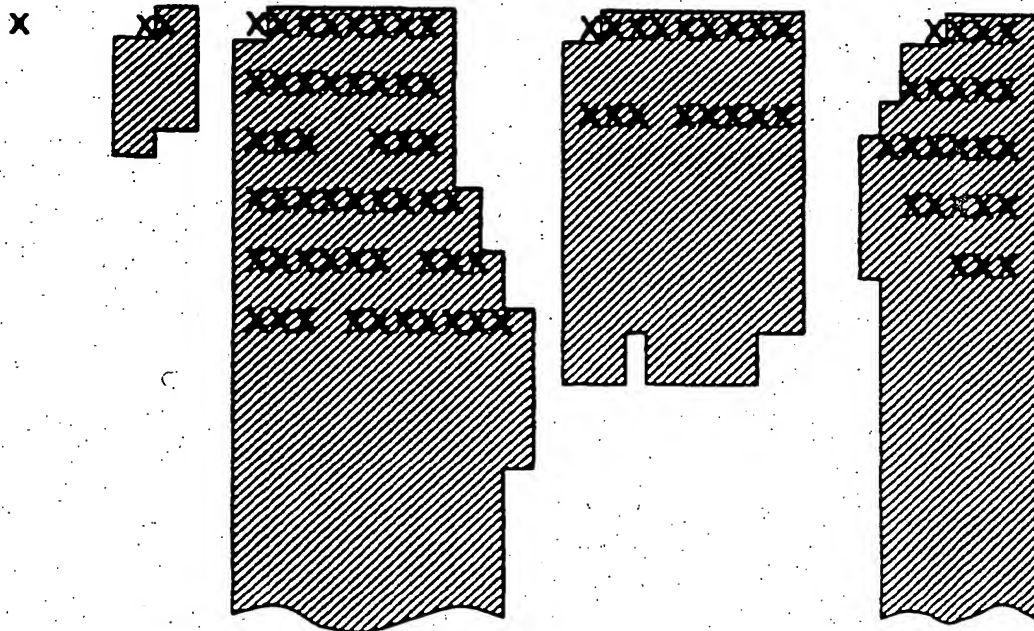


FIG. 5B

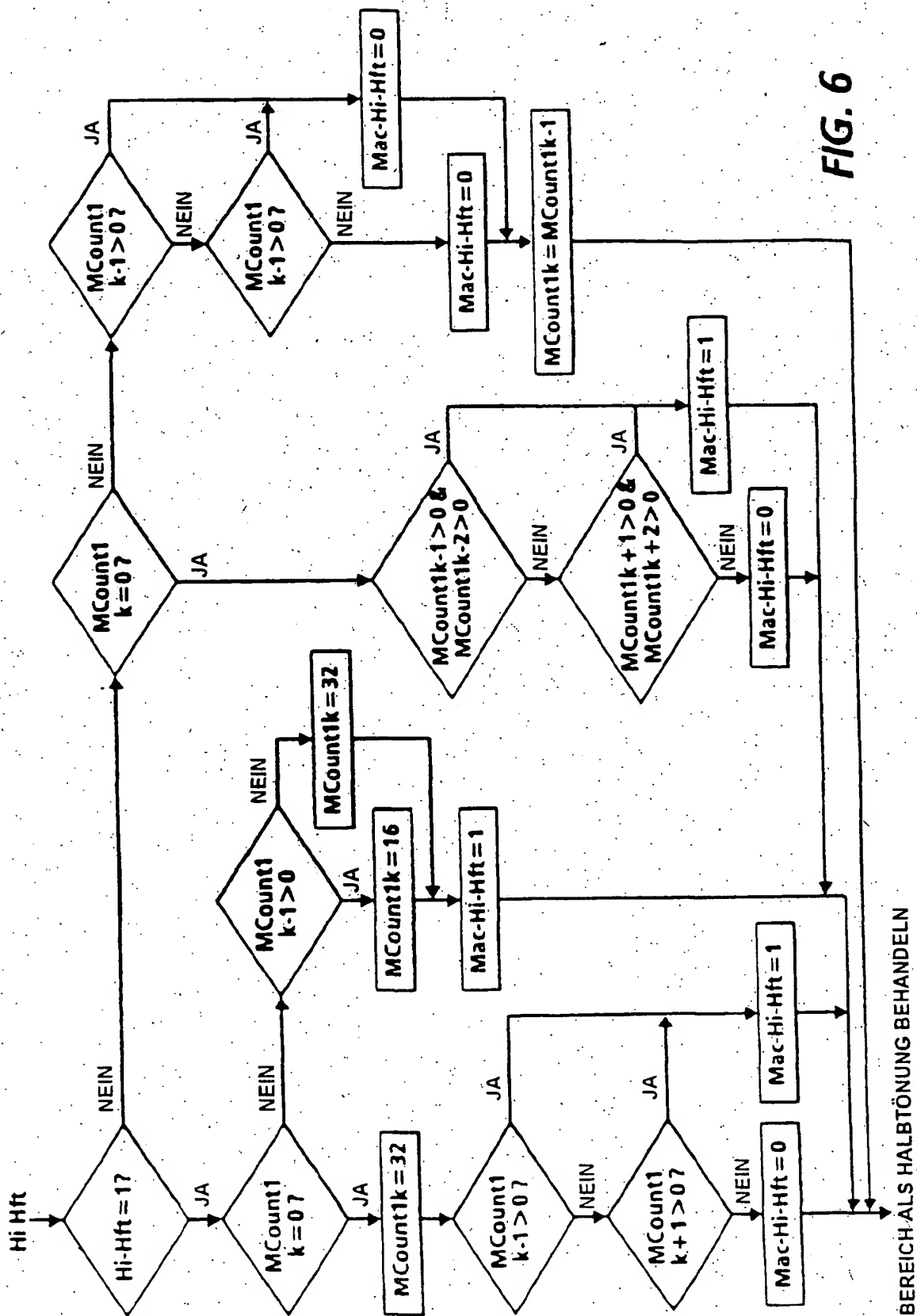


FIG. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.